دليل العناية التمريضية في جراحة القلب المفتوح

الدكتور محمد بشار عزت

الرابطة السورية لأمراض وجراحة القلب

دليل العناية التمريضيّة
في جراحة القلب المفتوح

الدكتور محمد بشار عزت
استشاري في جراحة القلب والصدر
زميل الكلية الملكية البريطانية للجراحين في جراحة القلب والصدر
زميل البورد الأوروبي في جراحة القلب والصدر

الرابطة السورية لأمراض وجراحة القلب

بسم الله الرحمن الرحيم

تهدف العناية التمريضية الجيدة إلى "توفير الظروف المحيطة الملائمة التي تساعد على تحقيق الشفاء"، ولا شك أن العناية التمريضية بمرضى جراحة القلب المفتوح تحتل المرتبة الأعلى والأرقى بين الإختصاصات التمريضية، فهي تتطلب أن يتمتع أفرادها بالخبرة الكافية والتعاطف الصادق، وإستيعاب الكثير من التفاصيل الفيزيولوجية والجراحية، بالإضافة إلى الإحاطة بالأوجه العديدة غير الطبية لهذه المهمة الصعبة.

ليس هذا الكتاب بمرجع شامل لكافة تفاصيل هذا الإختصاص، بل هو كتاب تدريسي يهدف إلى مساعدة الممرضات حديثات العهد بهذا الحقل الصعب، وقد تكون فيه بعض الفائدة للفنيين العاملين في أقسام جراحة القلب. لا شك أن ما بين دفّتي هذا الكتاب لا يمثّل أكثر من الحد الأدنى الذي تجب معرفته لتقديم العناية الجيدة لمرضى جراحة القلب المفتوح.

نرجوا أن يلعب هذا الكتاب دوراً رديفاً للتدريب العملي المكثّف والتخصصي في العناية التمريضية بمرضى جراحة القلب المفتوح.

والحمد لله في المبدأ والختام

دمشق في نيسان 2005 د. محمد بشار عزت

جدول المحتويات

1- تشريح القلب والأوعية

القلب الأيمن

القلب الأيسر

الشرايين الإكليلية

الأوردة الإكليلية

الشرايين الجهازّية

فروع قوس الأبهر

شرايين الطرف العلوي

فروع الأبهر النازل

شرايين الطرف السفلي

الأوردة الجهازّية

أوردة الرأس

أوردة الطرف العلوي

أوردة الأحشاء

أوردة الطرف السفلي

2- فيزيولوجيا العضلة القلبية

الدورة القلبية

وظيفة المضخة الأذينية

وظيفة المضخة البطينية

إمتلاء البطينين

إنفراغ البطينين

الحجوم البطينية والكسر القذفي

وظيفة الصمامات

جهاز التنبيه الدوري للقلب

تخطيط القلب الكهربائي

تأثير شوارد البوتاسيوم والكالسيوم على وظيفة القلب
تأثير شوارد البوتاسيوم
تأثير شوارد الكالسيوم

3- فيزيولوجيا الدوران الوعائي

الضغط الدموي
تنظيم الضغط الشرياني
الضغوط الوريدية والضغط الوريدي المركزي
نتاج القلب
الصدمة الدورانية
الضغط الشرياني أثناء الصدمة الدورانية

4- الدم

كريات الدم الحمراء
رُسابة الكريات الحمر (الهيماتوكريت)
الخضاب (الهيموغلوبين) ونقل الأوكسجين
كريات الدم البيضاء
الصفيحات الدموية
المصوّرة (البلاسما)
المُستضدّات والأضداد
الزمر الدموية ونقل الدم
الزمر الدموية A-B-O
الأنماط الريصية RH للدم
الهيبارين Heparin
البروتامين Protamine

5- تنظيم التوازن الحمضي-القلوي

التركيز السوي لشاردة الهيدروجين والـ pH في سوائل الجسم
آليات الدفاع التي تقاوم تغيّرات تركيز شاردة الهيدروجين
الحُماض التنفسي والقُلاء التنفسي
الحُماض الإستقلابي والقُلاء الإستقلابي

6- ملخص أمراض القلب الجراحية عند البالغين

أمراض الشرايين الإكليلية

- تشخيص نقص التروية الإكليلية
- توسيع الشرايين بالبالون عن طريق القثطرة
- جراحة زرع المجازات الإكليلية
- تصنيع أم دم البطين الأيسر
- إغلاق الفتحة بين البطينين التالية للاحتشاء

آفات القلب الصمامية

- تضّيق الصمام الأبهري
- قصور الصمام الأبهري
- تضّيق الصّمام التاجي
- قصور الصمام التاجي
- قصور الصمام مثلث الشرف

إلتهاب شغاف القلب

جراحة آفات الشريان الأبهر

- أمهات دم الأبهر الصدري
- تسلّخ الأبهر

الورم المخاطي الأذيني

إلتهاب التأمور العاصر

7- ملخص أمراض القلب الجراحية عند الأطفال

الآفات الإنسدادية المعزولة

- تضّيق الصمام الرئوي
- تضّيق برزخ الأبهر

التحويلة الدموية (الشنت shunt) من الأيسر إلى الأيمن

- بقاء القناة الشريانية مفتوحة
- الفتحة بين الأذينتين
- الفتحة بين البطينين

التحويلة الدموية (الشنت shunt) من الأيمن إلى الأيسر

- رباعي فاللو Fallot
- تبادل منشأ الشرايين الكبيرة

الشذوذ التام في إتصال الأوردة الرئوية

الإجراءات الجراحية التلطيفّية

الإجراءات التي تهدف إلى زيادة الجريان الدموي الرئوي

الإجراءات التي تهدف إلى إنقاص الجريان الدموي الرئوي

8- تحضير المريض قبل العمل الجراحي

تطهير وحلاقة الجلد

الصيام قبل العمل الجراحي

التنويم والتركين

9- تحضير عينات الدم المخبرية

تأثيرات قيام المريض بإطباق قبضته وفتحها قبل أخذ عينة الدم من الساعد

تأثيرات تطبيق العاصبة (الغارونة)

تلوّث العينة الدموية بالمحاليل الوريدية

أخذ عينات الدم عبر القثاطر الوعائية

تأثير إنحلال الدم

أنواع عّينات الدم المخبرية

10- التصوير الشعاعي للصدر

آلية عمل أشعة-X

وضعيات التصوير الشعاعي للصدر

11- المراقبة غير المباشرة للضغط الشرياني

قياس الضغط بطريقة الإصغاء

الطريقة الصحيحة لقياس الضغط بطريقة الإصغاء

قياس الضغط بطريقة الجس

قياس الضغط باستعمال مقياس الأكسجة النبضي

قياس الضغط باستعمال الأجهزة الأوتوماتيكية

12- المراقبة المباشرة للضغط الشرياني

موجة الجريان الدموي الشرياني

مبدأ أجهزة المراقبة المباشرة الالكترونية للضغط الشرياني

مكّونات جهاز مراقبة الضغط

طريقة تجميع جهاز مراقبة الضغط

تحديد ارتفاع ناقل الضغط

تأثيرات تغيير مستوى ارتفاع ناقل الضغط

تصفير جهاز مراقبة الضغط

طريقة تصفير جهاز مراقبة الضغط

ُمعايرة جهاز مراقبة الضغط

تضخّم وتخامد موجة الضغط

تضخّم موجة الضغط

تخامد موجة الضغط

إختبار جهاز مراقبة الضغط باستعمال نظام الغسيل

13- مراقبة الضغوط داخل القلب ونتاج القلب

الضغط الوريدي المركزي

أنواع القثاطر الوريدية المركزية

ضغط الشريان الرئوي

المواصفات العامة لقثاطر الشريان الرئوي

تغّيرات مخطط الضغوط أثناء عبور قثطرة الشريان الرئوي

قياس ضغط الشريان الرئوي

قياس الضغط الاسفيني الشعري-الرئوي

قياس نتاج القلب

إعتبارات هامة تتعلق بمحلول الحقن

إنتانات القثاطر الوعائية

14- مراقبة الأكسجة الدموية

آلية عمل مقياس الأكسجة النبضي

العوامل التي ُتنقص من دقة القراءة بواسطة مقياس الأكسجة النبضي

نقص إشباع الخضاب في الدم الشرياني بالأوكسجين

15- العناية بالمريض أثناء العمل الجراحي

البدء بالتخدير

التحضير الجراحي للمريض

تغطية المريض

فتح القص الناصف

دارة القلب-الرئة الإصطناعية
التأثيرات الجانبية لدارة لقلب-الرئة الإصطناعية
تبريد الجسم
المحلول الشالّ للعضلة القلبية
جهاز حفظ الكريات الحمر Cell saver
إنتقال المريض إلى وحدة العناية المشددة
16- العناية التمريضية بعد العمل الجراحي
قبول المريض في وحدة العناية المشددة
المراقبة التمريضية بعد العمل الجراحي
17- حالة نقص نتاج القلب
التدبير الدوائي لحالة نقص نتاج القلب
النـزف والسطام التأموري
18- البالون داخل الأبهر ذو النبضان المعاكس
مبدأ النبضان المعاكس
طريقة زرع البالون داخل الأبهر ذو النبضان المعاكس
التحريض والتوقيت والتواتر
التحريض
التوقيت
التواتر
تبدلات موجة الضغط داخل البالون
شذوذات شكل موجة الضغط داخل البالون
الفطام عن البالون داخل الأبهر
19- مراقبة تخطيط القلب الكهربائي
الإضطرابات الشائعة في نظم القلب
خوارج الإنقباض
الرجفان الأذيني
التسرّع البطيني
الرجفان البطيني
حصارات القلب

العلامات التخطيطية لنقص التروية الإكليلية

20- ناظم الخطى المؤقت وإزالة الرجفان

ضبط عمل ناظم الخطى

نظام التنبيه mode

النتاج output

الحساسية sensitivity

تقييم عمل ناظم الخطى

إطلاق التنبيه

إلتقاط التنبيه

التحسس

إزالة الرجفان

قلب النظم cardioversion

21- العناية التنفسية

الفطام عن جهاز التنفس الإصطناعي

العناية التمريضية بأنبوب الرغامى والطرق التنفسية

وضعية أنبوب الرغامى

مص المفرزات القصبّية

المعالجة بالأوكسجين

المعالجة الفيزيائية التنفسية

22- العناية بمفجرات الصدر

العناية التمريضية بمفجرات الصدر

نزع مفجرات الصدر

23- العناية بالجروح

مبادئ شفاء الجروح

الظروف التي تساعد على شفاء الجروح

العناية التمريضية بالجروح

تخلخل القص وإنتانات الجروح

24- إعتبارات خاصة بالمريض المزمن

العناية بصحة الفم

الدعم الغذائي
الدعم الغذائي عن طريق الجهاز الهضمي
التغذية الوريدية المركزية
التغذية الوريدية المحيطية
العناية بالعينين
الوقاية من الإنتانات
الإختلاطات الناجمة عن تحدد الحركة
قرحات الإضطجاع
إلتهاب الوريد الخثري العميق
سوء الوظيفة الكلوية
الرحض البريتواني peritoneal dialysis
التحال الدموي hemodialysis
التصفية الدموية hemofiltration
الإضطرابات العصبية
25- العناية بالمريض في الجناح العام
المشاكل الشائعة
إرتفاع درجة الحرارة
السيطرة على الألم
التخليط الذهني
التخريج من المشفى
إعادة التأهيل بعد العمل الجراحي
26- تعليق أخير

1- تشريح القلب والأوعية

يأخذ القلب شكلاً مخروطياً، وهو يقع بين الرئتين في منتصف الصدر خلف عظم القص. يحمي القلب كيس سميك ليفي أبيض يسمى كيس التأمور، وهو يحتوي على كمية صغيرة من سائل مصلي يسمح بحركة القلب داخل التأمور دون إحتكاك. هناك أربعة حجرات وأربعة صمامات وحيدة الإتجاه في القلب. تدعى الحجرتان العلويتان بالأذينتين، ويفصل بينهما جدار عضلي رقيق يسمى الحجاب الأذيني. الحجرتان السفليتان هما البطينين، ويفصل بينهما جدار عضلي سميك هو الحجاب البطيني.

القلب الأيمن

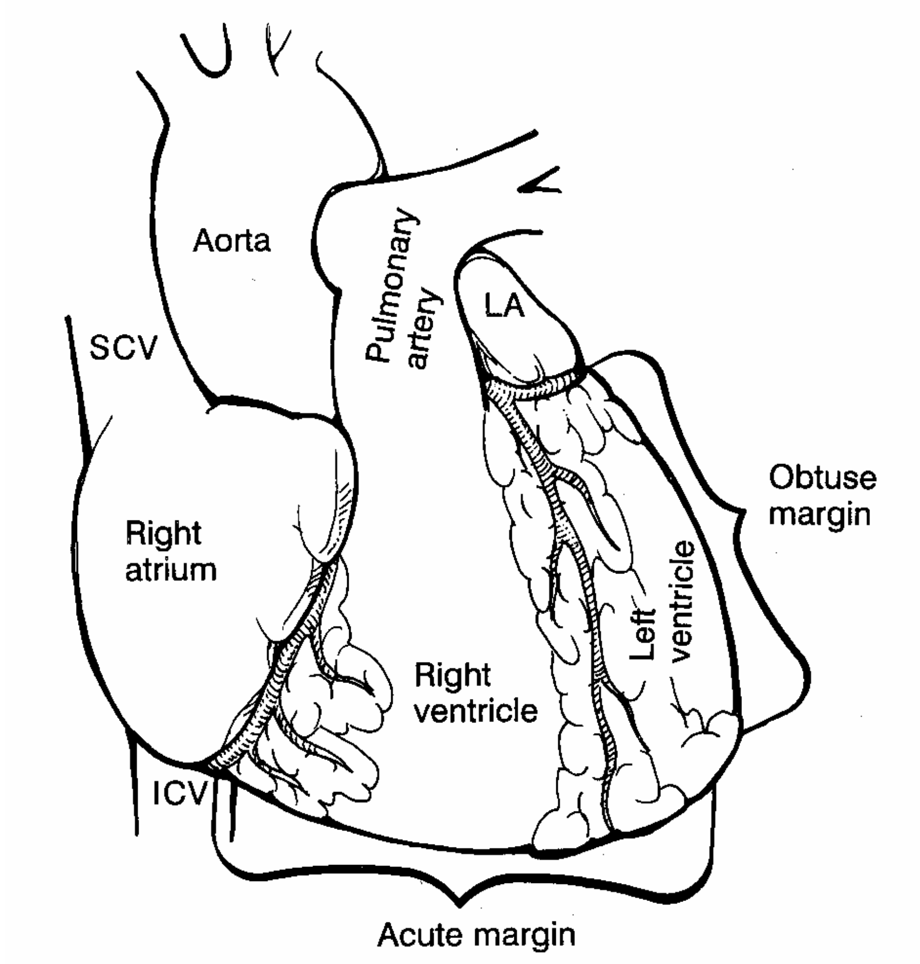
الأذينة اليمنى هي جوف صغير ذو جدار رقيق. يقوم الوريد الأجوف العلوي بإعادة الدم من الرأس والطرفين العلويين والقسم العلوي من الجذع إلى الأذينة اليمنى، ويقوم الوريد الأجوف السفلي بإعادة الدم من القسم السفلي من الجسم إليها أيضاً. يتجه الدم من الأذينة اليمنى إلى البطين الأيمن عبر الصمام الأذيني-البطيني. لهذا الصمام ثلاثة وريقات، ولذلك يطلق عليه إسم الصمام مثلث الشرف. ترتبط هذه الوريقات بجدار البطين الأيمن عبر حبال ليفية وعضلات حليمية تمنع من عودة هذه الوريقات إلى داخل الأذينة اليمنى أثناء إنقباض البطين، فتحقق بذلك الإنغلاق الكامل للصمام.

يؤدي إنقباض البطين الأيمن إلى إندفاع الدم عبر الصمام الرئوي. لهذا الصمام ثلاثة وريقات هلالية تشبه في شكلها الجيوب الصغيرة. يؤدي إنتفاخ هذه الجيوب بالدم إلى إنغلاق الصمام ومنع عودة الدم إلى البطين أثناء مرحلة الإنبساط. يقوم الشريان الرئوي بنقل الدم من البطين الأيمن إلى الرئتين، وهو وعاء قصير (حوالي 5 سم) يتفرع بسرعة إلى الشريانين الرئويين الأيمن والأيسر، الذين يدخلان إلى الرئتين الموافقتين.

القلب الأيسر

يعود الدم المؤكسج من الرئتين عبر الأوردة الرئوية إلى الأذينة اليسرى، وهي أكبر حجماً بقليل من نظيرتها اليمنى. يمر الدم أثناء مرحلة الإنبساط البطيني عبر الصمام الأذيني-البطيني، ويسمى الصمام التاجي، إلى البطين الأيسر. لهذا الصمام وريقتان ترتبطان بجدار البطين عبر حبال ليفية وعضلتين حليميتين، أمامية وخلفية. البطين الأيسر هو أقوى حجرات القلب، وجداره أكثر ثخانة من البطين الأيمن بكثير. يؤدي تقلّص البطين الأيسر إلى إندفاع الدم عبر الصمام الأبهري إلى الشريان الأبهر.

للصمام الأبهري ثلاثة وريقات الهلالية، ويؤدي إنتفاخ هذه الوريقات بالدم إلى إنغلاق الصمام ومنع عودة الدم إلى البطين الأيسر أثناء مرحلة الإنبساط. يتوضّع الصمامان الأبهري والرئوي في الجزء القريب المتوسّع من الشريانين الموافقين، والذي ُيعرف بـ "جيب فالسالفا".



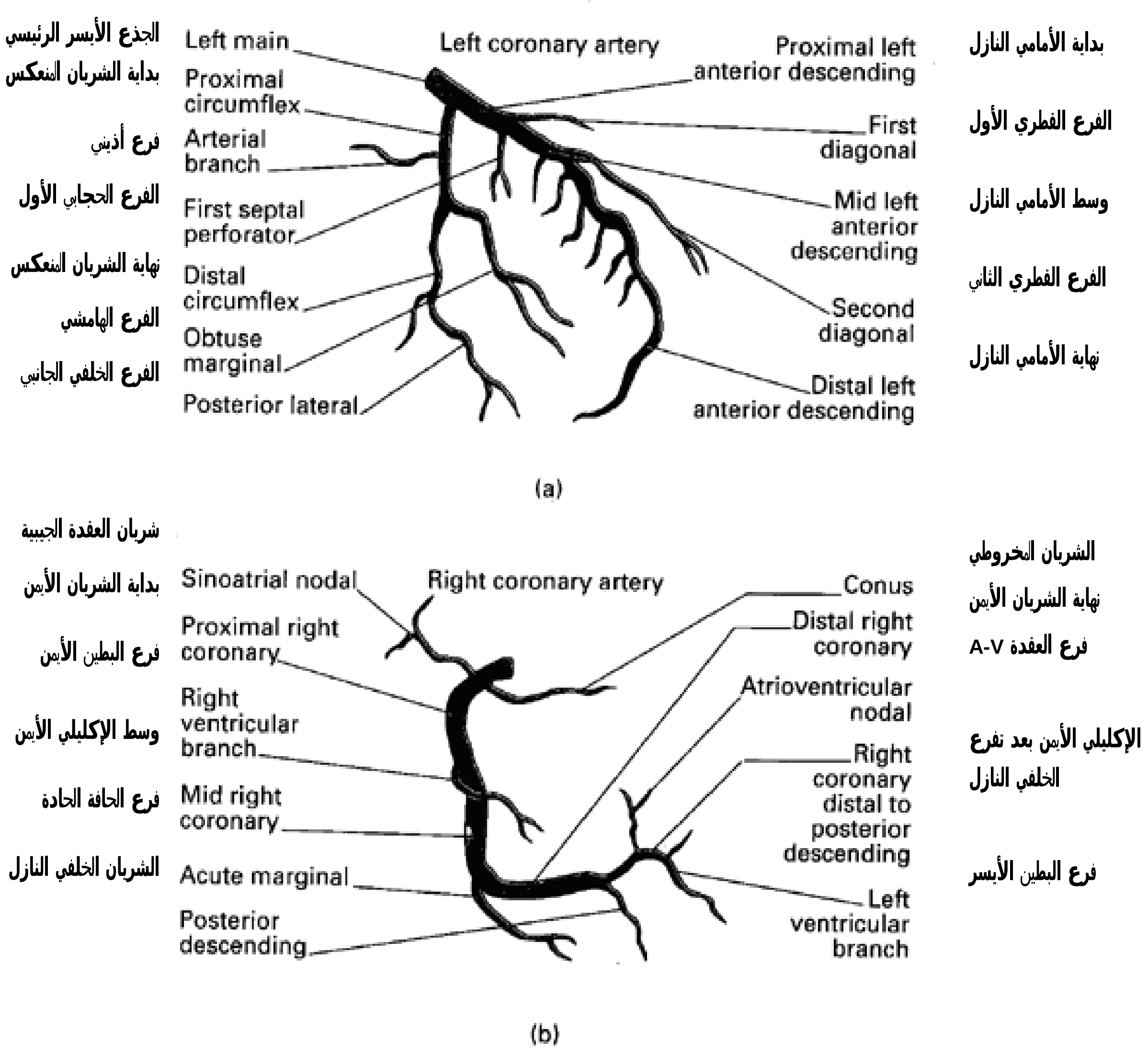
الشكل 1 – منظر أمامي للقلب الطبيعي.

الشرايين الإكليلية

يبدأ الشريان الإكليلي الأيمن من جيب "فالسالفا" الأيمن للأبهر، ويسير في الثلم الأذيني-البطيني الأيمن بإتجاه الوجه السفلي للقلب حيث ُيعطي فرعاً يسمى الشريان الخلفي النازل posterior descending artery (PDA) الذي يسير على طول الحافة السفلية للحجاب بين البطينين بإتجاه قمة القلب.

يبدأ الشريان الإكليلي الأيسر من جيب فالسالفا الأيسر للأبهر ويسير خلف الشريان الرئوي. ُيسمى هذا القسم من الشريان "الجذع الأيسر الرئيسي". يتفرع الجذع الأيسر الرئيسي إلى الشريان الأمامي النازل والشريان

المنعكس. يسير الشريان الأمامي النازل anterior descending artery (LAD) على طول الحافة الأمامية للحجاب بين البطينين بإتجاه قمة القلب، وتخرج منه فروع تقوم بتروية الحجاب تسمى الفروع الحجابّية septal. تخرج من هذا الشريان أيضاً فروع تقوم بتروية الجدار الحر للبطين الأيسر هي الشرايين القطرية diagonal. يسير الشريان المنعكس circumflex في الثلم الأذيني-البطيني الأيسر بإتجاه الأسفل، وتخرج منه فروع تقوم بتروية الجدار الحر للبطين الأيسر هي فروع الحافة المنفرجة obtuse marginal (وتُسمى كذلك الفروع الهامشّية).



الشكل 2 – تشريح الشرايين الإكليلية الطبيعية وفروعها.

الأوردة الإكليلية

تعكس الأوردة الإكليلية في مساراتها توزّع الشرايين الإكليلية إلى حد كبير. يتألف العود الوريدي الإكليلي بشكل رئيسي من نظامين: الجيب الإكليلي والوريد القلبي الأمامي.

الجيب الإكليلي هو وريد كبير يسمح بعودة الدم من العديد من الأوردة الإكليلية إلى الأذينة اليمنى. يصبّ في الجيب الإكليلي الوريد القلبي الكبير الذي يوازي مسار الشريان الإكليلي الأمامي النازل، كما يصبّ فيه كلّ من الوريد الهامشي الأيسر والخلفي الأيسر والمتوسط. يصبّ في الوريد القلبي الأمامي كلّ من الوريد الهامشي الأيمن ووريد العقدة الجيبّية والوريد القلبي الصغير (الذي يوازي في مساره مسار الشريان الإكليلي الأيمن).

الشرايين الجهازية

فروع قوس الأبهر

الشريان الأبهر هو أكبر شرايين الجسم، ويبلغ قطره حوالي 2.5 سم. يدعى القسم الأول منه "الأبهر الصاعد"، والثاني "قوس الأبهر"، والثالث "الأبهر النازل". يقسم الأبهر النازل بدوره إلى الأبهر الصدري والأبهر البطني.

تتفرع ثلاثة شرايين من قوس الأبهر. أول هذه الفروع هو "الشريان اللا إسم له"، وينقسم بدوره إلى الشريان السباتي الأصلي الأيمن والشريان تحت الترقوة الأيمن. الفرع الثاني لقوس الأبهر هو الشريان السباتي الأصلي الأيسر، والثالث هو الشريان تحت الترقوة الأيسر، وينشأ منه الشريان الثدي الباطن الأيسر. يتفرع كلّ من الشريانين السباتيين الأصليين الأيمن والأيسر إلى شريان سباتي ظاهر وشريان سباتي باطن، وينشأ من كلّ شريان سباتي باطن شريان دماغي متوسط يقوم بتروية الدماغ. يقوم الشريان السباتي الظاهر بتروية العنق والوجه والفروة.

شرايين الطرف العلوي

يقوم الشريان تحت الترقوة بتروية الطرف العلوي. يطلق على الشريان تحت الترقوة بعد عبوره حافة الضلع الأول إسم "الشريان الإبطي"، ثم يطلق عليه إسم "الشريان العضدي" في القسم العلوي من الطرف العلوي. يتفرّع الشريان العضدي بعد عبوره المرفق إلى الشريانين الزندي والكعبري، ويقومان بتروية الذراع واليد.

فروع الأبهر النازل

يقسم الأبهر النازل إلى الأبهر الصدري والأبهر البطني (الذي يبدأ عند مستوى الحجاب الحاجز). ينشأ من الأبهر البطني الشريان الزلاقي (الذي يتفرع إلى الشرايين المعدي والكبدي والطحالي) والشريانين المساريقيين العلوي والسفلي والشريانين الكلويين الأيمن والأيسر. يتفرع الأبهر البطني إلى الشريانين الحرقفيين الأصليين، ويتفرع

كل منهما إلى شريان حرقفي ظاهر وآخر باطن. يقوم الأخير بتروية محتويات الحوض والأعضاء التناسلية والجانب الأنسي من الفخذ.

شرايين الطرف السفلي

يطلق على الشريان الحرقفي الظاهر إسم "الشريان الفخذي" عند مستوى الرباط الإربي. يقوم الشريان الفخذي بتروية الطرف السفلي، ويطلق عليه عند الركبة إسم الشريان المأبضي. يتفرع هذا الأخير إلى ثلاثة فروع رئيسية هي: الشريان الظنبوبي الأمامي والشريان الظنبوبي الخلفي والشريان الشظوي. تقوم هذه الفروع بتروية الساق والقدم.

الأوردة الجهازية

أوردة الرأس

تلتقي أوردة الدماغ وفروة الرأس مع أوردة الوجه لتشكّل الوريدين الوداجيّين الظاهر والباطن على كلٍّ من جانبي العنق. الوريد الوداجي الظاهر هو أكبر أوردة العنق السطحية، وينـزح الدم من الوجه وفروة الرأس ليصبّ في الوريد تحت الترقوة. أما الوريد الوداجي الباطن فمساره أعمق، ويوازي مسار الشرايين السباتية. يلتقي الوريد الوداجي الباطن مع الوريد تحت الترقوة ليشكّلا الوريد اللا إسم له في كل جانب، ويتشكّل الوريد الأجوف العلوي من إلتقاء هذين الوريدين.

أوردة الطرف العلوي

يتشكّل الوريد القاعدي من إلتقاء الوريد الزندي والوريد القاعدي الأنسي، ويلتقي الوريدين القاعدي والعضدي ليشكّلا معاً الوريد الإبطي. ينـزح الوريد الكعبري الدم من اليد ويسير على إمتداد الشريان الموافق ليلتقي مع الوريد الرأسي الذي يعبر الذراع بإتجاه الكتف، ويصبّ في الوريد الإبطي قبل أن يصبح إسمه "الوريد تحت الترقوة".

أوردة الأحشاء

يصب الوريدين الكلويين مباشرة في الوريد الأجوف السفلي، بينما يجتمع الوريد الطحالي مع الأوردة المساريقية لتشكّل "وريد الباب". كذلك، تقوم أوردة المعدة والبنكرياس والأمعاء بنـزح الدم الغني بالمواد الغذائية، وتصبّ أيضاً في وريد الباب الذي ينقله إلى الكبد. تلتقي الأوعية الشعريّة الكبدية لتشكّل الوريد الكبدي الذي يصب في الوريد الأجوف السفلي.

أوردة الطرف السفلي

يتم النـزح الوريدي من الطرفين السفليين عبر مجموعتين من الأوردة السطحية (الوريدين الصافن الطويل والقصير) والأوردة العميقة (التي تطلق عليها أسماء الشرايين الموافقة لها).

يبدأ الوريد الصافن الطويل على سطح القدم، ويسير على الجانب الأنسي للساق والفخذ إلى أن يصب في الوريد الفخذي. يبدأ الوريد الصافن القصير على الجانب الوحشي لسطح القدم، ويسير على طول وتر "أشيل" باتجاه الوريد المأبضي. يتلقّى هذا الأخير الدم من الوريدين الظنبوبيين الأمامي والخلفي، ويشكّل الوريد الفخذي الذي يوازي في مساره الشريان الموافق. يلتقي الوريد الفخذي مع الوريد الصافن الطويل ليُشكّلا معاً الوريد الحرقفي الظاهر. يلتقي الوريد الحرقفي الظاهر مع الوريد الحرقفي الباطن ليُشكّلا معاً الوريد الحرقفي المشترك في كل جانب، ويلتقي الأخيران ليُشكّلا الوريد الأجوف السفلي.

2- فيزيولوجيا العضلة القلبية

يتألف القلب من مضختين منفصلتين، فالبطين الأيمن يضخ الدم إلى الرئتين والبطين الأيسر يضخ الدم إلى الأعضاء المحيطية. يأتي الدم إلى كل بطين عبر الأذينة الموافقة له، والتي تمارس دور مستودع للدم والمدخل للبطين، كما أن الأذينة تساعد أيضاً بدفع الدم بعض الشيء نحو البطين. يبقى البطين هو المضخة الرئيسية التي تدفع الدم عبر كل من الدورانين الرئوي والمحيطي.

الدورة القلبية

تدعى الفترة بين بدء ضربة قلبية وبدء الضربة التي تليها بالدورة القلبية. تتألف الدورة القلبية من فترة إرتخاء تدعى "الإنبساط" يمتلئ خلالها القلب بالدم، تتبعها فترة تقلّص تدعى "الإنقباض".
تبدأ كل دورة قلبية بتنبيه كهربائي ينشأ عفوياً في العقدة الجيبية-الأذينية، والتي تتوضع على الجدار العلوي الوحشي للأذينة اليمنى قرب فتحة الوريد الأجوف العلوي. ينتقل التنبيه الكهربائي (ويدعى أيضاً كمون العمل) بسرعة عبر الأذينتين، ثم يعبر الحزمة الناقلة الأذينية-البطينية نحو البطينين. يتأخر مرور التنبيه القلبي الكهربائي من الأذينتين إلى البطينين بما يزيد عن 0.1 من الثانية، ويسمح ذلك بتقلّص العضلة الأذينية أولاً، فتقوم بضخ الدم إلى البطينين، ثم يليها تقلّص البطينين. وهكذا، تعمل الأذينتين "كمضخة تعبئة" للبطينين، اللذين يُشكّلان فيما بعد القوة الدافعة الرئيسية للدم نحو السريرين الوعائيين الرئوي والمحيطي.

وظيفة المضخة الأذينية

يجري الدم بشكل مستمر من الأوردة الجهازية والرئوية الكبيرة إلى الأذينتين، ويستمر حوالي 75% من الدم بالجريان مباشرة عبر الأذينتين إلى البطينين قبل أن تتقلّص هاتين الأذينتين. تتقلّص الأذينتان بعدئذ لتندفع الـ 25% المتبقية من الدم ويكتمل إمتلاء البطينين. فالأذينتين إذاً تعملان ببساطة "كمضخة تعبئة" تزيد من فعالية الإمتلاء (وبالتالي الضخ) البطيني بمقدار 25%، ولذلك فإن القلب يستطيع الإستمرار بعمله في ظروف الراحة السوية بشكل مُرضي تماماً دون وجود الفعالّية الإضافية للأذينتين.

وظيفة المضخة البطينية

إمتلاء البطينين

تتجمع كميات كبيرة من الدم في الأذينتين خلال فترة الإنقباض البطيني، وذلك بسبب إنغلاق الصمامين الأذينيين-البطينيين. يؤدي إرتفاع الضغط داخل الأذينتين إلى إنفتاح الصمامين المذكورين وإندفاع الدم عبرهما بإتجاه البطينين، ويساعد على ذلك إنتهاء فترة الإنقباض البطيني وهبوط الضغط داخل البطينين. تتقلّص الأذينتان خلال الثلث الأخير من فترة الإنبساط، وتعطيان دفعاً جديداً لتدفّق الدم نحو البطينين.

إنفراغ البطينين

يرتفع الضغط داخل البطينين مباشرة بعد بدء الإنقباض البطيني مما يؤدي إلى إنغلاق الصمامين الأذينيين-البطينيين ثم إنفتاح الصمامين الهلاليين (الأبهري والرئوي). يتم قذف 70% من الحجم المقذوف الكُلّي خلال الثلث الأول من فترة القذف (وتدعى "فترة القذف السريع")، بينما يتم قذف الباقي خلال الثلثين التاليين (وتدعى "فترة القذف البطيء").

يبدأ الإرتخاء البطيني فجأة في نهاية الإنقباض محدثاً إنخفاضاً سريعاً في الضغط داخل البطين، ويقوم الضغط المرتفع في الشرايين الكبيرة في الوقت نفسه بإغلاق الصماميين الأبهري والرئوي. يعود الضغط داخل البطين في نهاية هذه الفترة إلى مستواه الإنبساطي الأدنى، ثم ينفتح الصمامين الأذينين-البطينين لتبدأ دورة قلبية جديدة.

الحجوم البطينية والكسر القذفي

يؤدي إمتلاء البطينين خلال الإنبساط إلى زيادة حجم كل بطين بمقدار 110–120 مل، ويُعرف حجم البطينين في نهاية هذه المرحلة بـ "حجم نهاية الإنبساط". يُدعى الحجم البطيني المتبقي في نهاية الدورة القلبية بـ "حجم نهاية الإنقباض"، ومقداره 40-50 مل. تُعرف نسبة الجزء الذي يتم قذفه من حجم نهاية الإنبساط بـ "الكسر القذفي" Ejection Fraction (EF)، وتساوي عادة حوالي 60%.

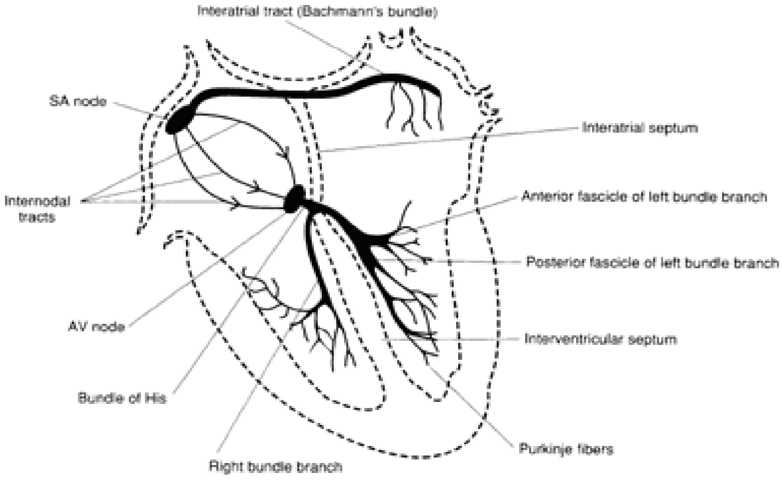
وظيفة الصمامات

يمنع الصمامان الأذينيان-البطينيان (التاجي ومثلث الشرف) عودة الدم من البطينين إلى الأذينتين أثناء مرحلة الإنقباض، كما يمنع الصمامان الهلاليان (الأبهري والرئوي) رجوع الدم من الشريانين الأبهر والرئوي إلى البطينين أثناء مرحلة الإنبساط. تغلق هذه الصمامات وتفتح بشكل مُنفعل، أي أنها تغلق عندما يقوم ممال الضغط بدفع الدم نحو الخلف، وتفتح عندما يقوم ممال الضغط بدفع الدم نحو الأمام.

جهاز التنبيه الدوري للقلب

لقد وهب الله القلب جهازاً متخصصاً يقوم بإنتظام بتوليد التنبيه الذي يسبب التقلّص الدوري للعضلة القلبّية، كما يقوم بنقل هذا التنبيه عبر القلب. وعندما يعمل هذا الجهاز على نحو سويّ فإن الأذينتين تتقلّصان قبل البطينين بحوالي 0.1 من الثانية، مما يسمح بإمتلاء البطينين بشكل كامل قبل أن يقوما بضخ الدم نحو الرئتين والدوران الجهازي.

يتألف جهاز التنبيه والتوصيل القلبي من (1) العقدة الجيبّية التي تنشأ فيها التنبيهات الدورية، (2) المسالك التي تنقل التنبيه من العقدة الجيبّية إلى العقدة الأذينية-البطينية، (3) العقدة الأذينية-البطينية، وفيها يتأخر التنبيه القادم من الأذينتين قبل مروره إلى البطينين، (4) الحزمة الأذينية-البطينية (حزمة هيس) التي تنقل التنبيه إلى البطينين، و (5) الحزمتان اليمنى واليسرى من ألياف بوركنجي اللتان تنشران التنبيه القلبي في كافة أنحاء البطينين.

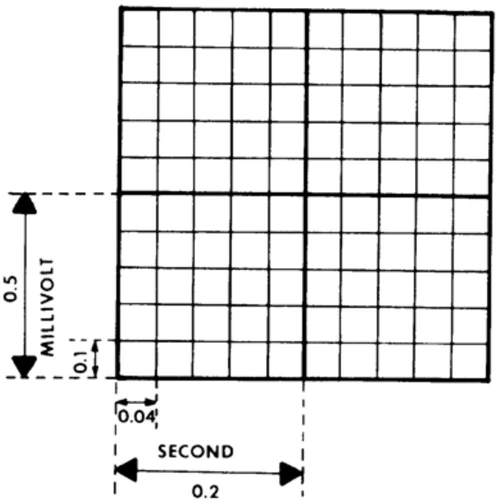


الشكل 1 - جهاز التنبيه والتوصيل القلبي.

تخطيط القلب الكهربائي

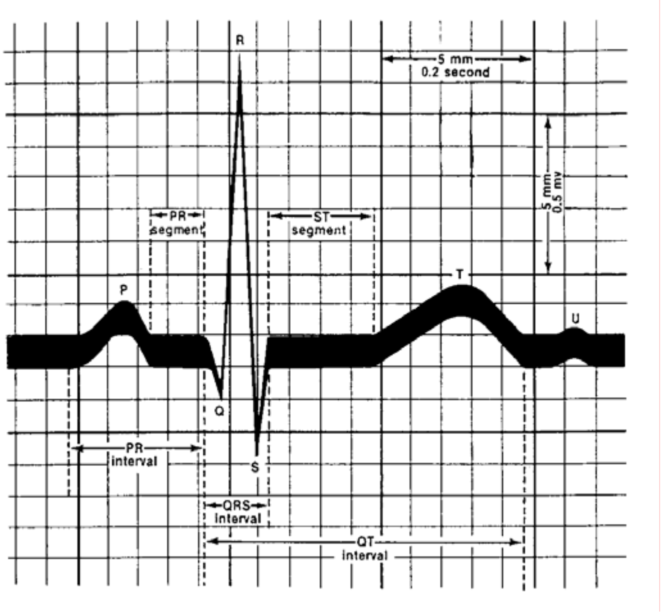
عندما يمر التنبيه الكهربائي عبر القلب، تنتشر تيارات كهربائية في النسج المحيطة به ليصل جزء منها إلى سطح الجسم. يمكن تسجيل الكُمونات الكهربائية الناجمة عن هذا التيار بوضع مسارٍ على الجلد، ويُعرف مخطط هذا الكُمون المسجّل بإسم مخطط القلب الكهربائي.

يتم تسجيل مخطط القلب الكهربائي على ورق مُسَطر نظامي يتألف من تقسيمات صغيرة بمسافات 1 مم وتقسيمات أكبر بمسافات 5 مم. يُمثّل المحور الأفقي هنا "الزمن" (حيث تُمثّل المسافة بين التقسيمات الصغيرة 0.04 من الثانية)، بينما يُمثّل المحور العمودي "الكُمون الكهربائي". وبالتعريف، يُدعى إنزياح المخطط نحو الأعلى إيجابياً ويُدعى الإنزياح نحو الأسفل سلبياً.



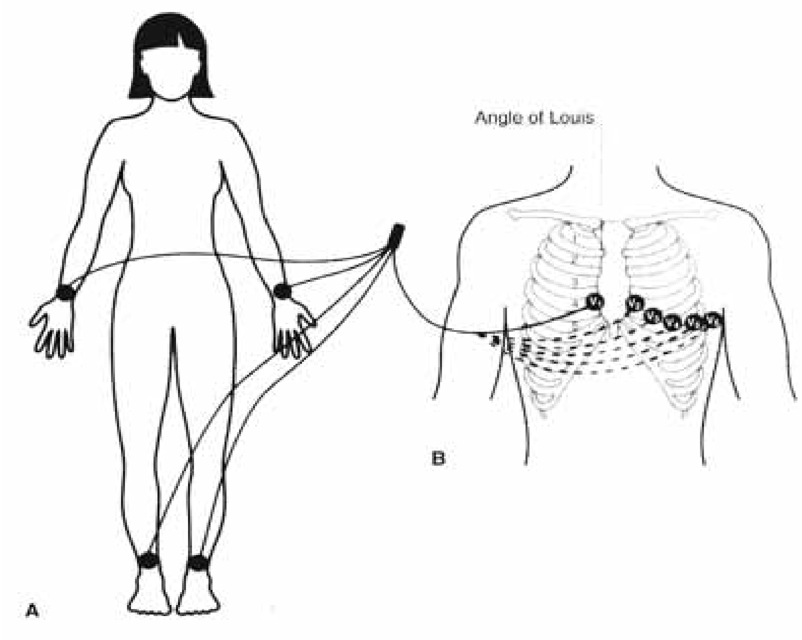
يتألف مخطط القلب الكهربائي السوي من الموجة P والمُركّب QRS والموجة T. تنجم الموجة P عن إنتشار موجة التنبيه الكهربائية من العقدة الجيبية إلى الأذينتين. يُشار إلى نظم القلب الذي ينشأ بشكل طبيعي من العقدة الجيبّية والذي يترافق مع ظهور موجة P على مخطط القلب الكهربائي بأنه "نظم جيبـي". يتأخر بعد ذلك مرور التنبيه القلبي الكهربائي من الأذينتين إلى البطينين بما يزيد عن 0.1 من الثانية، وينعكس هذا التأخير على مخطط القلب الكهربائي على شكل خط السواء المستقيم ما بين الموجة P والمُركّب QRS.

ينشأ المُركّب QRS عن إنتشار موجة التنبيه عبر حزمة هيس والحزمتان اليمنى واليسرى إلى البطينين، وهو يتألف عادة من ثلاثة موجات منفصلة هي الموجة Q (وتُعَرف بأنها الموجة السلبية الأولى من المُركّب) والموجة R (وتُعَرف بأنها الموجة الإيجابية الأولى من المُركّب) والموجة S (وتُعَرف بأنها الموجة السلبية التي تلي الموجة الإيجابية R). يلي المُركّب QRS فترة ثانية من خط السواء المستقيم تُسمى الوصلة ST، ثم يتبع هذه الوصلة ظهور الموجة T والتي تنجم عن الكُمون المتولّد عن عودة إستقطاب البطينين.



الشكل 2 – موجة تخطيط القلب الكهربائي التقليدية.

يتم دوماً تسجيل مخطط الكهربائي في 12 إتجاهاً مستقلاً (6 للصدر و 6 للأطراف). تسمح هذه الإتجاهات المختلفة بمراقبة مخطط القلب الكهربائي من زوايا مختلفة، مما يمنح رؤية أوسع للفعالية الكهربائية القلبية. توضع مساري الأطراف على الذراعين الأيمن والأيسر وعلى الساق اليسرى، أما المساري الصدرية فتوضع على جدار الصدر الأمامي كما في الشكل 3.

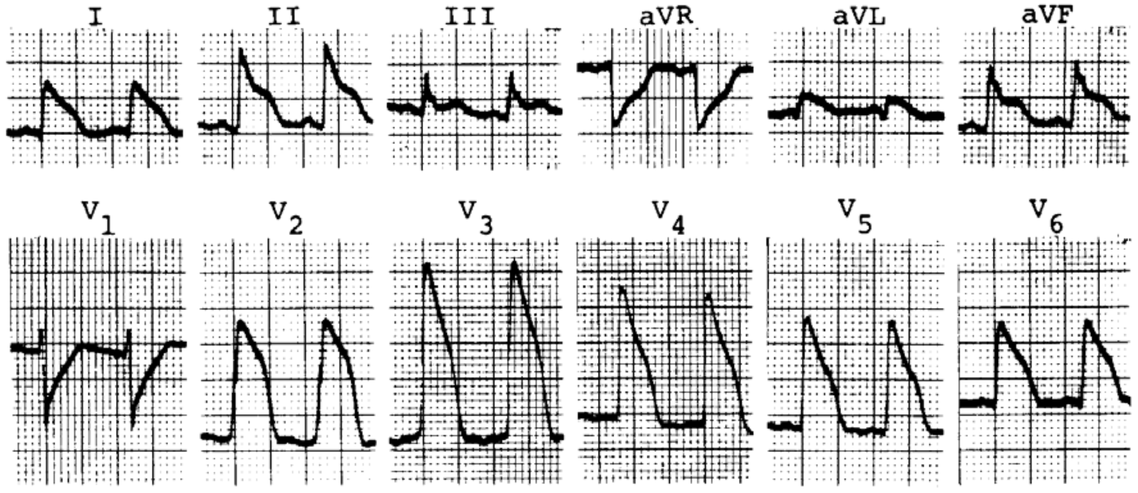


الشكل 3 – الطريقة الصحيحة لتطبيق مساري تخطيط القلب الكهربائي النظامي. **A**: تُطبّق مساري الأطراف على الذراعين الأيمـن والأيـسر وعلى الساق اليسرى. **B**: وضعية مساري الصدر. المسرى V1 في المسافة الوربية الرابعة على الحافة اليمنى للقص، المسرى V2 في المسافة الوربية الرابعة على الحافة اليسرى للقص، المسرى V3 في منتصف المسافة ما بين المسرى الثاني والرابع، المسرى V4 في المسافة الوربية الخامسة على الخط منتصف الترقوة، المسرى V5 في نفس المستوى على الخط الإبطي الأمامي، والمسرى V6 في نفس المستوى على الخط منتصف الإبط.

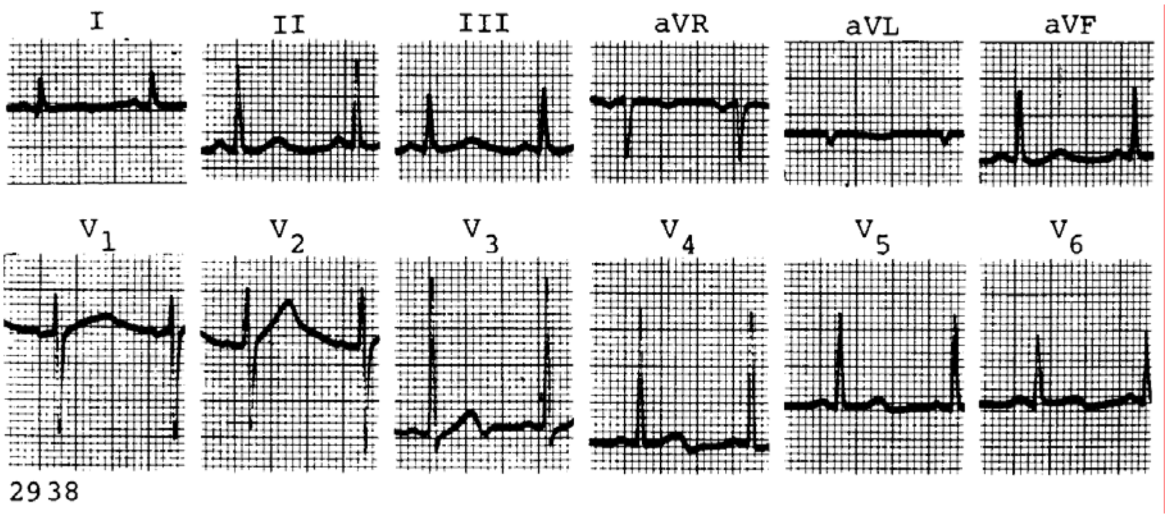
تأثير شوارد البوتاسيوم والكالسيوم على وظيفة القلب

تأثير شوارد البوتاسيوم

يؤدي إرتفاع تركيز البوتاسيوم في السائل خارج الخلايا إلى إنخفاض كُمون غشاء الألياف العضلية القلبية أثناء الراحة، وبالتالي إلى ضعف شدّة كُمون العمل وضعف القلوصّية القلبية. لذلك، يزيد إرتفاع تركيز البوتاسيوم في الدم من إتّساع القلب ورخاوته ويُبطئ من سرعته، وتؤدي الزيادة المفرطة في تركيز شوارد البوتاسيوم (9-12 ميلي مكافئ/ليتر) إلى إضعاف القلوصّية القلبية وحدوث حصار في نقل التنبيه القلبي من الأذينتين إلى البطينين، مما يؤدي بالنتيجة إلى توقف القلب. تستخدم هذه الخاصّية لإيقاف القلب خلال عمليات القلب المفتوح.



الشكل 4 - تخطيط القلب الكهربائي عند مريض مصاب بإرتفاع في مستوى البوتاسيوم في الدم. تلاحظ زيادة عرض المركب QRS.



الشكل 5 - تخطيط القلب الكهربائي عند المريض السابق بعد عودة مستوى البوتاسيوم في الدم إلى حدوده الطبيعية.

تأثير شوارد الكالسيوم

يؤدي إرتفاع تركيز شوراد الكالسيوم إلى تأثيرات معاكسة تماماً لتأثيرات شوارد البوتاسيوم على القلب، إذ يسير بالقلب نحو تقلّص تشنّجي. تستخدم هذه الخاصّية في بعض الأحيان لتقوية القلوصية القلبية عند الفطام عن دارة القلب-الرئة الإصطناعية. بالمقابل، يؤدي نقص شوارد الكالسيوم إلى الرخاوة وضعف القلوصّية القلبية. تنتج هذه التبدّلات عن الدور المباشر الذي تلعبه شوارد الكالسيوم في إثارة عملية التقلّص القلبي.

3- فيزيولوجيا الدوران الوعائي

يقوم الدوران بالوقوف على متطلبات النسج، وبنقل المواد الغذائية إليها وسحب الفضلات منها، وبنقل الهرمونات بين أجزاء الجسم المختلفة. ُيحافظ الدوران بذلك على بيئة مناسبة في جميع سوائل النسج تضمن بقاء الخلايا وتصون وظائفها على النحو الأمثل. يتألف جهاز الدوران من أجزاء عديدة تقوم بوظائف مختلفة كما يلي:

- تقوم "الشرايين" بنقل الدم تحت ضغط عال إلى النسج المحيطية، ولهذا فهي تتمتع بجدران وعائية قوية كما أن الدم يجري داخلها بسرعة كبيرة.
- أما "الشُرينات" فهي الفروع الصغيرة الإنتهائية للجهاز الشرياني، وهي تتصف بجدرانها العضلية القوّية التي تمكّنها من الإنغلاق تماماً أو من التوسع لعدّة أضعاف. تعمل الشُرينات كصمامات تتحكم بجريان الدم نحو الأوعية الشعريّة وفقاً لحاجات النسج.
- تتصف جدر "الأوعية الشعرّية" بأنها رقيقة جداً وشديدة النفوذية للمواد الجزيئية الصغيرة، وهي تسمح بتبادل السوائل والمواد الغذائية والشوارد والهرمونات والمواد الأخرى بين الدم والسائل الخلالي.
- تقوم "الوُريدات" بجمع الدم من الأوعية الشعرّية ثم تندمج مع بعضها البعض وتشكل أوردة يتزايد حجمها تدريجياً.
- تمارس "الأوردة" دور قنوات تعيد الدم من النسج إلى القلب، كما أنها تعمل كمستودع كبير للدم.

الضغط الدموي

ضغط الدم هو القوة التي يمارسها الدم على كل وحدة مساحة من جدار الوعاء. غالباً ما ُيقاس الضغط بالميلي متر (ملم) زئبق، وذلك لأن مقياس الضغط الزئبقي كان قد إستخدم منذ القدم كمرجع معياري لقياس الضغط الدموي. ُيقاس الضغط في بعض الأحيان بالسنتيمتر (سم) ماء، فالضغط الذي يبلغ 10 سم ماء يكفي لرفع عمود الماء 10 سم، وكل 1 ملم زئبق تساوي 1.36 سم ماء لأن الثقل النوعي للزئبق يساوي 13.6 ضعفاً بالنسبة إلى الثقل النوعي للماء.

يقوم القلب بضخ الدم بإستمرار نحو الشريان الأبهر الذي يرتفع الضغط داخله بشكل واضح (متوسط الضغط حوالي 100 ملم زئبق)، كما يتموّج الضغط الشرياني بسبب نبضان القلب بين مستوى إنقباضي (120 ملم

زئبق) وآخر إنبساطي (80 ملم زئبق). يتناقص الضغط الشرياني على نحو متدرج على إمتداد الأوعية الجهازية إلى أن يصل إلى قيمة الصفر تقريباً عند إلتقاء الوريد الأجوف بالأذينة اليمنى.

أما بالنسبة للضغوط الخاصة بالدوران الرئوي، فمستوى الضغط في الشريان الرئوي أقل بكثير مما هو عليه في الأبهر (الضغط الإنقباضي 25 ملم زئبق، الإنبساطي 8 ملم زئبق، والوسطي 16 ملم زئبق). وعلى الرغم من ذلك، فإن إجمالي حجم الدم الجاري عبر الرئتين في الدقيقة الواحدة يساوي حجم الدم الجاري عبر الدوران الجهازي. تتلاءم الضغوط المنخفضة في الدوران الرئوي مع متطلّبات الرئتين، وذلك لأن جُل ما يستلزمه الأمر هو تعريض الدم في الأوعية الشعرّية الرئوية للأوكسجين والغازات الأخرى الموجودة في الأسناخ الرئوية.

تنظيم الضغط الشرياني

يتمتع جهاز الدوران بقدرة واسعة على تنظيم الضغط الشرياني، فإذا إنخفض الضغط في أي لحظة عن مستواه الوسطي السوي (100 ملم زئبق)، يقوم وابلٌ من المنعكسات العصبية في غضون ثوان بتحريض تجمّع حجم كبير من الدم في الشجرة الشريانية مما يعيد الضغط إلى الحدّ السوي. تتواسط هذه الزيادة في حجم الدم سلسلة من التغّيرات الدورانية أهمها زيادة قوة الضخ القلبي وتفريغ المستودعات الوريدية الكبيرة من محتواها من الدم. أما إذا استمر هبوط الضغط لساعات أو أيام، فتبادر الكليتين إلى لعب دور إضافي هام في تنظيم الضغط عبر تأثيرها على حجم الدم وإفرازها لهرمونات تتحكم بالضغط.

الضغوط الوريدية والضغط الوريدي المركزي

يصب الدم القادم من الأوردة الجهازية في الأذينة اليمنى. يتم تنظيم الضغط في هذه الأذينة عبر التوازن بين ميل الدم للجريان من الأوعية المحيطية عائداً إلى الأذينة اليمنى من جهة، وقدرة القلب على ضخ الدم منها من جهة أخرى. يدعى الضغط في الأذينة اليمنى بـ "الضغط الوريدي المركزي" central venous pressure (CVP)، وكل ما يؤثر فيه ينعكس بدوره على الضغط الوريدي في سائر أنحاء الجسم.

يبلغ الضغط الوريدي المركزي السوي الصفر تقريباً، وهو ُيعادل الضغط الجوي حول الجسم، لكنه قد يزيد حتى 20-30 ملم زئبق في بعض الحالات المرضّية مثل قصور القلب الشديد أو بعد نقل كميات كبيرة من الدم إلى المريض. بالمقابل، قد ينخفض الضغط الوريدي المركزي إلى -3 وحتى -5 مل زئبق، وهو ضغط جوف الصدر المحيط بالقلب، وذلك عندما يضخ القلب بنشاط كبير أو عندما ينحسر العود الوريدي إلى القلب بشدة، كما في حالات النـزف الشديد.

نتاج القلب

"نتاج القلب" cardiac output (CO) هو كمية الدم التي يضخّها البطين الأيسر نحو الأبهر في كل دقيقة. ونتاج القلب هو أحد أكثر العوامل أهمية في تقييم حالة الدوران، وذلك لأنه مسؤول عن نقل المواد إلى النسج ومنها. يعادل نتاج القلب السوي لدى الذكر الشاب الصحيح الجسم حوالي 5.6 ليترات/الدقيقة تقريباً، ويقلّ لدى النساء عنه عند الرجال ذوي حجم الجسم نفسه بحوالي 10% تقريباً.
يتناسب نتاج القلب طرداً مع مساحة سطح الجسم، ولذلك يُعبر عنه أحياناً بمصطلح "المُشعر القلبي" cardiac index (CI) الذي يُمثل نتاج القلب لكل متر مربع من مساحة سطح الجسم. وكمثال، تعادل مساحة سطح الجسم لدى الشخص السليم الذي يزن 70 كغ حوالي 1.7 متر مربع، والمُشعر القلبي الوسطي السوي لديه حوالي 3.0 ليتر/دقيقة/م^2 من سطح الجسم.

تأثير الجملة العصبية الذاتية على الجهاز القلبي-الوعائي
تؤدي تغيّرات الإستقلاب إلى تبدّلات فيزيولوجية مباشرة تتواسطها هرمونات داخلية تسمى "الكاتيكولامينات". تؤثر هذه الهرمونات على مستقبلات خاصة تقع في خلايا القلب والأوعية الدموية، وهناك ثلاثة أنماط لهذه المستقبلات: 1- **المستقبلات ألفا (α).** يؤدي تنبيه هذه المستقبلات إلى حدوث تقّبض وعائي محيطي شديد في كافة الأنسجة فيما عدا أوعية الدماغ والقلب. 2- **المستقبلات بيتا (β).** يؤدي تنبيه هذه المستقبلات إلى زيادة قوة الضخ القلبي وتسارع ضربات القلب وتوسّع الأوعية المحيطية. 3- **مستقبلات الدوبامين.** توجد هذه المستقبلات بتركيز مرتفع في الكليتين والأمعاء، ويـؤدي تنبيهها إلى توسّع أوعيتهما..

الصدمة الدورانية

تعني الصدمة الدورانية حدوث قصور معمم في جريان الدم عبر أنسجة الجسم إلى درجة تتأذى معها هذه الأنسجة بسبب نقص الأوكسجين والمواد الغذائية على مستوى خلايا النسج، حتى أن الجملة القلبية الوعائية نفسها مُمثلة في عضلة القلب والأوعية الدموية تبدأ بالتدهور، مما يُفاقم الصدمة تدريجياً.

تنجم الصدمة عادة عن عدم كفاية نتاج القلب، وهناك عاملان أساسيان يمكنهما خفض النتاج القلبي بشدة هما:

1- إصابات العضلة القلبية التي ُتنقص من قدرتها على ضخ الدم، خاصة إحتشاء العضلة القلبية (وتسمى هذه الحالة "الصدمة قلبية المنشأ").

2- خسارة جزء كبير من حجم الدم كما في النـزف (وتسمى هذه الحالة "صدمة نقص الحجم").

الضغط الشرياني أثناء الصدمة الدورانية

على الرغم من أن بقاء الضغط الشرياني سوياً يدل عادة على كفاية الوظيفة الدورانية، إلا أنه قد يبقى ضمن الحدود الطبيعية على الرغم من وجود حالة صدمة شديدة وذلك نتيجةً للمنعكسات العصبّية القوّية التي تحول دون هبوط الضغط. تثير هذه المنعكسات الجملة العصبّية الودّية المضّيقة للأوعية مما يتسبب في حدوث ثلاثة تأثيرات هامة هي:

1- تقّبض الشُرينات في معظم أنحاء الجسم، مما يقود إلى إرتفاع المقاومة الوعائية المحيطية الكلّية.

2- تقّبض الأوردة والمستودعات الوريدية، مما يعيد محتواها من الدم إلى الدوران وُيساعد على الحفاظ على حجم الدم كافي.

3- زيادة كبيرة في فعالية القلب، حيث تزيد سرعته من حوالي 70 إلى 170-200 ضربة/دقيقة.

4- الدم

يتألف الدم من سائل أصفر رائق هو المصوّرة (البلاسما)، ومن عناصر أخرى تشمل الكريات الحمر والكريات البيض والصفيحات والبروتينات والشوارد والهرمونات والسكر. يبلغ حجم الدم الوسطي لدى بالغ سوي حوالي 5 ليترات. يتحرك الدم عبر الشرايين والأوردة بفعل تقلّصات القلب، ويقوم الدم بإيصال الأوكسجين والهرمونات والمواد الغذائية إلى الخلايا وبالتخلّص من غاز ثاني أكسيد الكربون والفضلات الأخرى منها.

كريات الدم الحمراء

هي الخلايا المسؤولة عن حركة الأوكسجين إلى الخلايا وعن إزالة غاز ثاني أكسيد الكربون والفضلات الأخرى منها. تتشكّل الكريات الحمر في نقي العظام الطويلة وتأخذ هيئة الأقراص مقعرة الوجهين. يبلغ وسطي عدد الكريات الحمر في كل 1 ملم^3 من الدم عند الرجل السوي 5.200.000 كرية، ووسطي عمر الكريات الحمر حوالي 120 يوم.

رُسابة الكريات الحمر (الهيماتوكريت)

هي النسبة المئوية لحجم الكريات الحمر في الدم، وتُحسب بتثفيل الدم في أنبوب خاص إلى أن تتجمع خلايا الدم في قعر الأنبوب. يبلغ الهيماتوكريت السوي حوالي 42% عند الذكور و 38% عند الإناث. ينخفض الهيماتوكريت في حالات فقر الدم، بينما قد تؤدي بعض الأمراض إلى زيادة إنتاج الكريات الحمر (إحمرار الدم).

الخضاب (الهيموغلوبين) ونقل الأوكسجين

الخضاب هو مركب من البروتين والحديد يقوم بحمل الأوكسجين إلى الخلايا وإعادة غاز ثاني أكسيد الكربون منها. يحتوي الدم في الحالات السوّية على حوالي 15 غرام من الخضاب في كل 100مل، ويستطيع كل غرام من الخضاب الصرف الإتّحاد بحوالي 1.39 مل من الأوكسجين. لذلك يمكن نقل أكثر من 20 مل من الأوكسجين متحداً بالخضاب في كل 100 مل من الدم لدى الإنسان السوي.

كريات الدم البيضاء

الكريات البيض هي الوحدات المتحركة لجهاز المناعة في الجسم، ويتشكّل جزء منها في نقي العظام (المحببات والوحيدات والقليل من اللمفاويات) أما الجزء الآخر فيتشكّل في النسج اللمفاوي (اللمفاويات والخلايا المصورية).
الكريات البيض أكبر حجماً من الكريات الحمر ومن الصفيحات، ويبلغ وسطي عددها 5000 إلى 10000 في كل 1 مل^3 من الدم. تتمثل قيمة الكريات البيض في أن معظمها ينتقل إلى أماكن الالتهاب الخطيرة لتؤمّن دفاعاً ضد العوامل الخمجية الغازية.

الصفيحات الدموية

الصفيحات هي أقراص دقيقة ذات قطر 2-4 ميكرون لا تحتوي على نواة أو خضاب. تتشكّل الصفيحات في نقي العظام، ويتراوح تعدادها في الدم ما بين 150-300 ألف/ مل^3، ونصف عمرها ما بين 8-12 يوم.
تلعب الصفيحات دوراً هاماً في عملية الارقاء. يؤدي حدوث شق في أيّ وعاء دموي أو أذيّة في جداره إلى تفعيل الصفيحات التي تقوم بتشكيل "سدّادة صفيحية". قد تستطيع هذه السدّادة بنفسها إيقاف النـزف تماماً، أما إذا كان الشق الوعائي كبيراً فلا بد من تشكيل جلطة دموية فضلاً عن السدادة الصفيحية لوقف النـزف. يؤدي نقص تعداد الصفيحات أو خلل عملها (عادة بسبب تناول الأسبرين) إلى ميل المريض للنـزف، وهو أكثر أسباب النـزف بعد العمل الجراحي القلبي شيوعاً.

المصورة (البلاسما)

هي الجزء السائل من الدم، وهي محلول أصفر رائق يشكّل 55% من حجم الدم ويبلغ محتواه من الماء حوالي 90%. ُيشكّل الألبومين والبروتينات الأخرى أهم المواد المنحلّة في المصورة، كما تحتوي المصّورة على الشوارد والسكر والدسم والبيلروبين والغازات.

المُستضدات والأضداد

يحتوي كل ذيفان أو كائن حيّ مُمرض على مركب كيميائي نوعي يمكنه أن يقوم بتحريض الإرتكاس المناعي. قد يتكوّن هذا المركب من بروتين أو من عديد سكريد عملاق، ويُدعى هذا المركب "المُستضد". أما

"الأضداد" فهي البروتينات التي يقوم الجسم بإنتاجها إستجابةً لدخول المُستضدّات إليه لتعمل على مكافحة العوامل الغازية للجسم، وذلك عن طريق:

1- مهاجمة العوامل الغازية بشكل مباشر وتعطيلها، ولذلك أشكال عديدة أهمها:

- التراصّ: بحيث تتكّتل الجسيمات الكبيرة (كالجراثيم والكريات الحمر) مع بعضها البعض.
- الحَلّ: تستطيع بعض الأضداد الفاعلة تمزيق الغشاء الخلوي للعوامل المُمرضة بشكل مباشر.

2- تفعيل جملة المتممة التي تقوم بتدمير هذه العوامل.

الزمر الدموية ونقل الدم

تتفاوت الخواص المُستضدية والمناعية للدم ما بين الأشخاص المختلفين، وهذا يعني أنه يمكن للمُستضدات الموجودة على سطح الكريات الحمر لإنسان ما أن تتفاعل مع الأضداد الموجودة في المصوّرة الدموية لإنسان آخر، وأن يسبب ذلك تراصّها ومن ثم إنحلالها، الأمر الذي قد ُيفضي أحياناً إلى الموت.

هناك زمرتان خاصّتان من المُستضدّات هما الأكثر إحداثاً لتفاعلات نقل الدم من غيرهما، وهما زمرة المُستضدّات A-B-O وزمرة المُستضدّ RH. يمكننا أن نتعرّف مخبرياً على وجود هذه الأضداد أو المُستضدّات في الدم، ويتم تعريفاً تقسيم الدماء إلى زمر وأنماط مختلفة وفقاً لنمط المُستضدّات الموجودة على سطح الكريات الحمر.

الزمر الدموية A-B-O

ُيصنّف الدم إلى أربعة أنماط رئيسية وفقاً لوجود أو غياب المُستضدان A أو B عن سطوح الكريات الحمر، فإذا وجد المُستضد A فقط فالزمرة هي A وإذا وجد المُستضد B فقط فالزمرة هي B، وتدعى الزمرة بـ AB إذا وجد المُستضدان A و B معاً، أما في حال غياب كلا المُستضدين فتكون الزمرة الدموية من النمط O.

تتشكّل الأضداد النوعّية لهذين المستضدّين دوماً وبشكل عفوي في مصورة الأشخاص الذين لا يحملون أيّ من هذين المُستضدّين على كرياتهم الحمراء.

الزمرة الدموية	المسترصات	الراصات
O	لا توجد	مضاد A ومضاد B
A	A	مضاد B
B	B	مضاد A

AB	A و B	لا توجد

الأنماط الريصية RH للدم

تعادل أهمية جملة العامل الريصي RH بالنسبة إلى نقل الدم تلك الأهمية المذكورة أعلاه لجملة A-B-O، لكن الأضداد RH لا تتشكّل عفوياً بل يلزمها أن يتعرّض الشخص بشكل كبير للمُستضد RH، وهذا ما يحدث عادة أثناء نقل الدم.

يؤدي نقل الدم الايجابي RH إلى الشخص سلبي RH الذي يحمل أضداد RH في المصوّرة إلى تراصّ الكريات الحمر المنقولة وإنحلالها.

معلومات عن منتجات الدم المتوفرة			
	الهيماتوكريت	**الحجم التقريبي**	**مدة التخزين**
الدم الكامل	40	500 مل	35 يوم
الكريات الحمر المُكثّفة	70	300 مل	35 يوم
الصفيحات	-	30-50 مل	3 أيام
البلاسما الطازجة المُجمّدة	-	220 مل	سنة واحدة

الهيبارين Heparin

هو دواء مُميّع للدم يُعطى للمريض أثناء إستعمال دارة القلب-الرئة الإصطناعية لمنع تخثر الدم داخلها. يُستخلص الهيبارين من أنسجة البقر أو الخنـزير، وهو يعمل عن طريق منع تحوّل الفيبرينوجين إلى فيبرين وتحوّل البروثرومبين إلى ثرومبين، كما أنه يؤثر على عمل الصفيحات بآليات عديدة.

يبدأ التأثير المُميّع للهيبارين بالظهور بعد حوالي دقيقة واحدة من حقنه، ويبلغ نصف عمره حوالي 1-2 ساعة. يُراقب التمييع بالهيبارين عادة بقياس زمن التخثر المُفَعل (إختبار الـ ACT)، ويهدف أثناء العمل الجراحي القلبي عادة إلى تحقيق زمن ACT يقارب الـ 500 ثانية.

البروتامين Protamine

هو بروتين يُستخرج من سمك السالمون، ويعمل كمضاد للهيبارين عبر إرتباطه الشاردي به مما يؤدي إلى إبطال فعالّية الأخير. يُعطى البروتامين عادة بجرعة 1-1.3 ملغ من البروتامين لكل 100 وحدة من الهيبارين تم إعطاؤها أثناء العمل الجراحي، ثم يُعاير زمن الـ ACT لتحرّي الحاجة لإعطاء جرعة إضافية من البروتامين.

يُحقن الدواء بسرعة لا تتجاوز الـ 5 ملغ/دقيقة وذلك للحد من إحتمال حدوث إرتكاس دوائي. يتظاهر هذا الإرتكاس عادة على شكل إرتفاع مفاجئ وكبير في ضغط الشريان الرئوي مع هبوط في الضغط الشرياني.

5- تنظيم التوازن الحمضي-القلوي

عندما نتحدث عن تنظيم التوازن الحمضي-القلوي فإننا نعني في الحقيقة تنظيم تركيز شاردة الهيدروجين في سوائل الجسم، إذ أن مجرد حدوث تغيّرات طفيفة في تركيز هذه الشاردة عن حدّها السوي يمكن أن يؤدي إلى تغيّرات هامة في سرعة التفاعلات الخلويّة الكيميائية، فيغدو بعضها بطيئاً والآخر يصبح سريعاً. لهذا السبب يُعدّ تنظيم تركيز شاردة الهدروجين أحد أهم مظاهر الإستقرار الفيزيولوجي.

التركيز السوي لشاردة الهيدروجين والـ pH في سوائل الجسم

يجري تنظيم تركيز شاردة الهيدروجين في السائل خارج الخلايا ليبقى عند قيمة ثابتة تبلغ 4×10^{-8} مل/ل (مكافئ/ل) تقريباً. من الواضح أن التعبير عن تركيز شاردة الهيدروجين بقيمته الحقيقية أمر صعب جداً، ولذلك تُستخدم حسابات الـ pH بدلاً منه، والمعادلة التي تربط بين pH وتركيز شاردة الهيدروجين هي:

$$pH = \text{لوغاريتم} \frac{1}{\text{تركيز شاردة الهيدروجين}}$$

وهذا يعني أن هبوط الـ pH يتفق مع إرتفاع تركيز شاردة الهيدروجين، ويُدعى ذلك بـ "الحُماض"، وبالمقابل يتفق إرتفاع الـ pH مع نقص تركيز هذه الشاردة ويدعى ذلك بـ "القُلاء".

يبلغ pH الدم الشرياني السوي 7.4، أما pH الدم الوريدي والسوائل الخلالية فهي 7.35 تقريباً وذلك لوجود كميات زائدة من غاز الكربون الذي يُشكّل حمض الكربون فيها. يُقال بأن الشخص مُصاب بالحُماض عندما تنخفض قيمة pH الدم لديه عن 7.4، وبالقُلاء إذا زادت عن ذلك.

آليات الدفاع التي تقاوم تغيرات تركيز شاردة الهيدروجين

ثمة ثلاثة أنظمة رئيسية في الجسم تحول دون حدوث الحُماض أو القُلاء:

1- توجد في جميع سوائل الجسم **أنظمة دارئة للحمض والأساس** (أهمها جملة البيكربونات المؤلفة من حمض الكربون وبيكربونات الصوديوم) التي تقوم بالإرتباط فوراً مع أي حمض أو أساس، مانعةً بذلك حدوث أيّة تغيّرات كبيرة ومفاجئة في تركيز شاردة الهيدروجين.

2- **تنبيه مركز التنفس** فور حدوث أيّ تغيّر ملحوظ في تركيز شاردة الهيدروجين. يؤدي إرتفاع تركيز شاردة الهيدروجين في أي لحظة إلى زيادة فاعلية جهاز التنفس وزيادة التهوية السنخية. ينقص تركيز ثاني أكسيد الكربون المُنحل في السائل خارج الخلايا نتيجة لذلك، مما يعيد تركيز الهيدروجين إلى سوائه. أما إذا نقص تركيز شوارد الهيدروجين بشكل كبير، فعندها يتثّبط مركز التنفس وتنقص التهوية السنخية، ويرتفع تركيز شاردة الهيدروجين إلى حده السوي.

3- يؤدي تغّير تركيز شاردة الهيدروجين عن سوائه إلى **طرح الكليتين لبول حامض أو قلوي**، مما ُيعيد أيضاً تركيزها في سوائل الجسم إلى السواء.

تستطيع أنظمة الدوارئ هذه أن تمنع تغّير تركيز شاردة الهيدروجين في غضون جزء من الثانية، على حين يحتاج جهاز التنفس إلى ما بين 1-12 دقيقة للقيام بضبط التبدل على نحو سريع. بالمقابل، تتطلب الكليتين عدداً من الساعات أو الأيام لتنظيم تركيز هذه الشاردة.

الحُماض التنفسي والقُلاء التنفسي

يؤدي نقص معدل التهوية الرئوية إلى زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون المُنحل في السائل خارج الخلايا. يؤدي هذا بدوره إلى زيادة حمض الكربون وشوارد الهيدروجين، ومن ثم يحدث الحُماض. نظراً إلى أن هذا النمط من الحُماض ينجم عن إضطراب التنفس، فهو يدعى الحُماض التنفسي. بالمقابل، يؤدي فرط التهوية الرئوية إلى حالة معاكسة، فينقص تركيز شوارد الهيدروجين ويحدث القُلاء، وتدعى هذه الحالة القُلاء التنفسي.

الحُماض الإستقلابي والقُلاء الإستقلابي

يدل مصطلحا "الحُماض الإستقلابي" و "القُلاء الإستقلابي" على كافة إضطرابات التوازن الحمضي-القلوي عدا تلك الناجمة عن زيادة ثاني أكسيد الكربون أو نقصانه في سوائل الجسم. يحدث الحُماض الإستقلابي أحياناً بسبب إستعمال كميات كبيرة من السوائل الوريدية ذات الـ pH المنخفض، مثل محلول "رنجر" ذو الـ pH = 6.2 . يمكن تصحيح هذا الحُماض بتسريب بيكربونات الصوديوم، ولذلك تأثير فوري على الـ pH.

القيم الطبيعية لغازات الدم الشرياني	
pH	7.45-7.35
pO_2	75-100 ملم زئبق (على هواء الغرفة)
pCO_2	35-45 ملم زئبق
إشباع الأوكسجين	96-100%
BE	0
البيكربونات	22-28 ميلي مكافئ/ليتر

6- ملخص أمراض القلب الجراحية عند البالغين

شهد القرن الماضي تطوراً ملحوظاً في العلوم الطبية، ولعل أبرز ما تحقق فيه هو التقدم الكبير في معالجة أمراض القلب، إذ أدى تطوّر التقنيات الجراحية إلى النجاح في معالجة الآفات القلبية الخلقيّة والمكتسبة والأذيات القلبية الناجمة عن الرضوض. تُجرى معظم العمليات الجراحية عند الأطفال لعلاج الآفات القلبية الخلقيّة، بينما تُجرى العمليات الجراحية عند البالغين لعلاج الآفات القلبية المكتسبة أو لعلاج بعض آفات القلب الخلقيّة التي قد يتأخر ظهورها إلى ما بعد مرحلة الطفولة.

أمراض الشرايين الإكليلية

تحتاج عضلة القلب كأي عضو في الجسم إلى التغذية التي يحملها الدم، وهو يصلها عن طريق الشرايين الإكليلية. تتشكل عند بعض المرضى ترسبات دهنية داخل هذه الشرايين (تسمى تصلّب الشرايين أو التصلّب العصيدي)، والأسباب الرئيسية للتصلّب العصيدي هي الحمية الغذائية السيئة والتدخين والشدة النفسية وغياب النشاط الفيزيائي. يؤدي تصلّب الشرايين إلى تضيّقها وبالتالي إلى نقص كمية الدم التي تصل إلى العضلة القلبية، وهذا ما يسمى مرض نقص التروية الإكليلية.

يؤدي نقص التروية الإكليلية إلى ما يُعرف بخنّاق الصدر، وهو شعور المريض بالألم أو الضغط في منتصف الصدر، وقد ينتشر هذا الألم إلى الفك أو الذراع الأيسر. يخف هذا الشعور عادة عند الراحة أو عند إستعمال دواء النيتروغليسرين تحت اللسان.

لا يُمثّل ظهور خنّاق الصدر بذاته إستطباباً للعمل الجراحي، إذ يمكن السيطرة على الأعراض عند المريض بالمعالجة الدوائية لفترة طويلة من الزمن. بالمقابل، تتميز حالة خناق الصدر "غير المستقر" بزيادة تواتر نوبات الألم الصدري أو حدوث الألم أثناء الراحة أو عدم الإستجابة للمعالجة الدوائية. تتطلّب هذه الحالة تطبيق المعالجة الدوائية المكثّفة، ومن ثم الدراسة المستفيضة لحالة الشرايين الإكليلية لديه فور إستقرار الحالة القلبية.

تشخيص نقص التروية الإكليلية

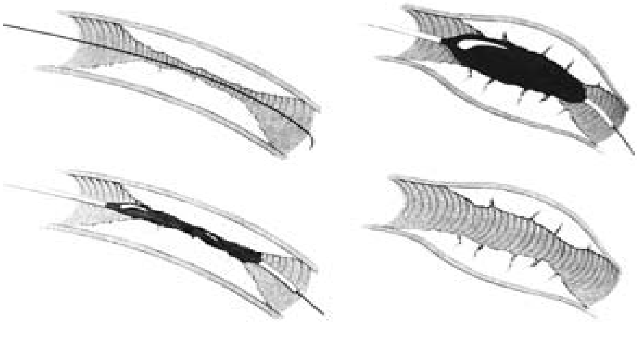
القثطرة القلبية هي الإختبار الرئيسي لتشخيص نقص التروية الإكليلية. يقوم هنا الطبيب بإدخال أنبوب بلاستيكي دقيق عبر أحد شرايين الجسم ومنها إلى الشرايين الإكليلية، ثم يحقن مادة ظليلة شعاعياً في هذه الشرايين مما يرسم خريطة مفصلة للشرايين الإكليلية تُظهر كل تضيّق أو إنسداد موجود فيها. تُسجّل هذه المعلومات على فيلم سينمائي أو CD، وتُستعمل لتحديد المعالجة الأنسب لكل مريض. يُمكن أن تُعالج إصابات

الشرايين الإكليلية دوائياً أو بالتوسيع بالبالون مع زرع الشبكات أو بإعادة التروية جراحياً، وهذا مـا يقـرره الفريق الطبي المشرف آخذين بعين الاعتبار إحتمالات نجاح هذه الطرق المختلفة عند كل مريض على حدة.

توسيع الشرايين بالبالون عن طريق القثطرة

ظهر مفهوم توسيع الشرايين بطريق القثطرة في عام 1968 عن طريق التفكير بتطبيق قوة ميكانيكيـة لتوسـيع الإنسداد العصيدي في الشرايين الإكليلية، وتم تطبيق هذا المفهوم لأول مرة في العام 1979 باسـتعمال بـالون دقيق يتم إدخاله إلى جوف الشريان المتضّيق ثم ُينفخ داخله مما يعيد الشريان إلى حجمه الطبيعي. من الـشائع حالياً زرع شبكة معدنية دقيقة داخل الشريان الذي أُجري توسيعه لضمان بقاء الشريان بحجمه الطبيعي لفترة أطول. لقد إكتسبت هذه الطريقة إنتشاراً واسعاً وذلك بسبب الراحة التي تقدمها للمريض وقصر مدة إقامـة المريض في المشفى بالمقارنة مع العمل الجراحي.

كان توسيع الشرايين بالبالون ُيجرى في البدء لعلاج المرضى المصابين بتضّيق في شريان إكليلي واحد، لكـن زيادة الخبرة الطبية وتقدم التقنيات الطبية سمحا بتطبيق توسيع الشرايين في معالجة المرضى المصابين بتـضيقات شريانية إكليلية متعددة. لا يعني توسيع الشرايين بالبالون أو زرع الشبكات بالضرورة أنها سـتبقى مفتوحـةً بشكل دائم، فقد بّينت الدراسات أن التضّيق يعود إلى ما كان عليه قبل التوسيع في حوالي 20% من المرضـى خلال 6 أشهر من المعالجة.

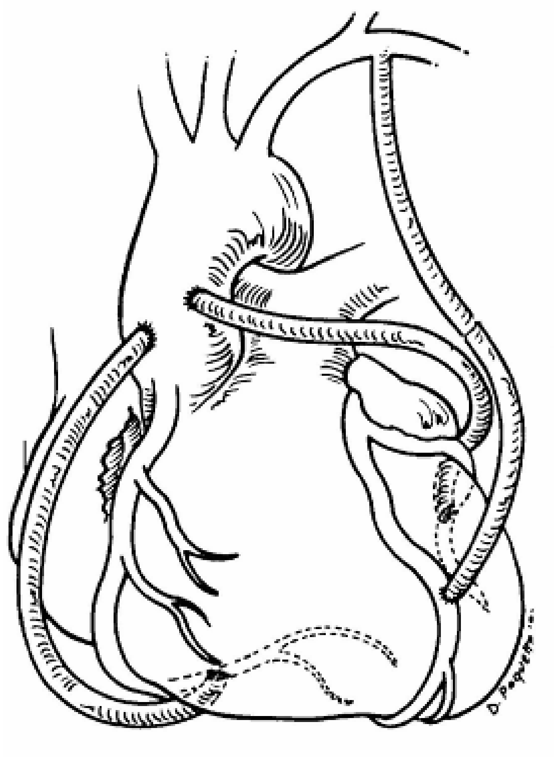


الشكل 1 – طريقة إجراء توسيع الشرايين بالبالون. يتم دفع السلك الدليل ليمر عبر منطقة التضّيق في الشريان الإكليلي ثم ُتدفع القثطرة ذات البالون عبر الآفة. يؤدي نفخ البالون إلى توسّع لمعة الشريان الإكليلي.

جراحة زرع المجازات الإكليلية

ظهرت هذه العملية في العام 1969، وهي تعتمد على إيجاد مجرى دموي جديد بين الشريان الأبهر والـشرايين الإكليلية ما بعد منطقة الإنسداد أو التضّيق. يمثل الشريان الثدي الباطن الأيسر والوريد الصافن مـن الـساق

الطعوم الأكثر إستعمالاً لهذا الغرض. من النادر حدوث أية إختلاطات لعمليات زرع المجـازات الإكليليـة، وتصل نسبة نجاح هذه العمليات إلى حوالي 99%. يتمكن معظم المرضى من العودة إلى نشاطهم الطبيعي كاملاً خلال بضعة أسابيع من إجراء التداخل الجراحي.



الشكل 2 – الشكل النموذجي لعملية زرع المجازات الإكليلية. يُظهر الشكل إستعمال الشريان الثدي الباطن الأيسر كمجـازة للشريان الإكليلي الأمامي النازل، وإستعمال قطعتين من الوريد الصافن كمجازتين للشريانين الإكليليين المنعكس والأيمن.

تصنيع أم دم البطين الأيسر

أم دم البطين الأيسر هي إحدى الإختلاطات التي يمكن أن تلي الإحتشاء القلبي الحاد، ويحـدث فيهـا ترقـق وتندّب لكامل سماكة جدار القلب في منطقة الإحتشاء، يليه توسع هذه المنطقة بشكل كيـسي تحـت تـأثير الضغط المرتفع داخل جوف البطين الأيسر. تؤدي أم دم البطين الأيسر إلى تطوّر قصور القلب الاحتقـاني أو إضطرابات النظم المتكررة، كما أن الركودة الدموية داخلها تؤهب إلى تشكّل الخثرات مع خطـر إنطـلاق الصمّات الخثرية منها.

تهدف المداخلة الجراحية إلى إستئصال الأنسجة المتندبة وإستعادة الشكل الفيزيولوجي الطبيعي للبطين الأيـسر، كما يتم زرع مجازات للأوعية الإكليلية المصابة بتضيقات شديدة. يحمل التصنيع الجراحي لأم الدم في طياتـه خطر الوفاة بنسبة 10%، وذلك وفقاً لعمر المريض وحالته العامة ومدى إتساع أذية العضلة القلبية.

إغلاق الفتحة بين البطينين التالية للاحتشاء

الفتحة بين البطينين هي إختلاط آخر قد يلي الإحتشاء القلبي الحاد، ويحدث فيها تمزق الحجاب بين البطينين المُصاب بالإحتشاء والتنخّر. تحدث معظم الحالات خلال أسبوعين من نوبة الإحتشاء القلبي الحاد، وتتظاهر سريرياً بحدوث وذمة الرئة الحادة والصدمة قلبية المنشأ.

تُجرى الجراحة الاسعافية في كافة الحالات تقريباً لمنع تطوّر قصور الأجهزة المتعددة المترقي، لكن يمكن أحياناً تدبير الفتحات بين البطينين الصغيرة بشكل محافظ لفترة مؤقتة، ثم إصلاحها جراحياً خلال ستة أسابيع لمنع تطوّر مشاكل دورانية مستقبلية. تتألف المعالجة الجراحية من إغلاق الفتحة برقعة صنعية وزرع مجازات للأوعية الإكليلية المصابة بتضيقات شديدة.

آفات القلب الصمامية

تعتبر الحمى الرثوية السبب الأكثر شيوعاً لإصابة صمامات القلب، ويمكن لهذه الحمى أن تسبب قصور الصمام أو تضّيقه. يؤدي القصور الصمامي إلى زيادة العبء الحجمي الذي يتحمله القلب، ويؤدي بالتالي إلى توسع أجوافه، لكن القلب يستطيع أن يتحمّل هذا القصور في مراحله الأولى بشكل جيد مما يعني تأخر ظهور الأعراض عند المريض. بالمقابل فإن تضّيق الصمام أكثر خطورة على الحياة، وتحدث فيه زيادة في العبء الضغطي الذي يتحمله جوف القلب الذي يسبق الصمام المصاب، ويؤدي بالتالي إلى ضخامة هذا الجوف.

تضيق الصمام الأبهري

يحدث تضّيق الصمام الأبهري بسبب تسمّك أو تكلّس أو إلتحام وريقات الصمام الأبهري. يتطور تضّيق الصمام الأبهري على مدى سنوات عديدة، ويؤدي ذلك إلى إرتفاع ممال (فرق) الضغط عبر الصمام المتضّيق والضخامة المعاوضة في البطين الأيسر. تُحَدد شدّة تضّيق الصمام بقياس ممال الضغط عبر الصمام أو بحساب مساحة الصمام عن طريق تصوير صدى القلب.

يشكو المرضى المصابون بتضّيق شديد في الصمام الأبهري من الزلة التنفسية أثناء الجهد أو خنّاق الصدر أو نوب الغشي أثناء الجهد، ويترافق بدء ظهور الأعراض مع تعرّض المريض لخطر الموت المفاجئ. لذلك يُستطب إجراء العمل الجراحي عند ظهور الأعراض أو عندما تقل مساحة الصمام عن 0.8 سم^2 أو يزيد ممال الضغط عبر الصمام عن 50 ملم زئبق.

تتألف المعالجة الجراحية لتضيّق الصمام الأبهري من إستبدال الصمام، ويعتمد إختيار نوع الصمام البديل المستخدم (حيوي أو صُنعي) على عمر المريض وعلى وجود أحد مضادات الإستطباب لإستعمال التمييع المديد.

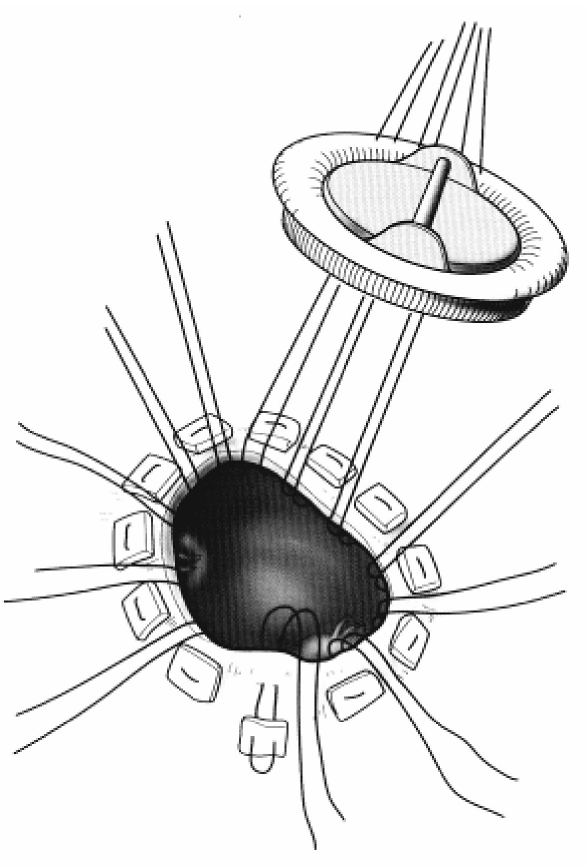
قصور الصمام الأبهري

يحدث القصور المزمن بسبب تشوّه وريقات الصمام الأبهري التالي للحمى الرثوية أو بسبب توسع جذر الأبهر، ويؤدي إلى فرط الحمل الحجمي على البطين الأيسر ومن ثم إلى توسعه بشكل مترقي وقصوره. أما القصور الحاد فيحدث بسبب إلتهاب الشغاف أو تسلّخ الأبهر، ويؤدي إلى قصور حاد في البطين الأيسر ووذمة الرئة الحادة بسبب عدم قدرة البطين الأيسر على إستيعاب الزيادة المفاجئة في الحمل الحجمي.

يُستطب إجراء العمل الجراحي في حالات القصور الحاد مع ظهور علامات قصور القلب الإحتقاني، أو في حالات القصور المزمن الشديد المترافق مع بدء ظهور الأعراض أو مع الدلائل على ضعف وظيفة البطين الأيسر. وكما في تضيّق الصمام الأبهري فإن إستبدال الصمام هو الإجراء الجراحي التقليدي.

تضيق الصمام التاجي

يحدث التضيّق عادة كنتيجة للحمّى الرثوية. يؤدي تسمّك وريقات الصمام، وإلتحام الصوارين، وتسمّك وقِصَر الحبال الوترية تدريجياً إلى صغر فوهة الصمام التاجي. تُنقص هذه التغيرات من نتاج القلب وتزيد من ضغوط الأوردة الرئوية والأذينة اليسرى مؤديةً إلى قصور القلب الإحتقاني. يؤدي حدوث الرجفان الأذيني إلى تفاقم نقص الإمتلاء البطيني وظهور أعراض قصور القلب الاحتقاني، وقد تتشكّل الخثرات الدموية داخل الأذينة أو تنطلق منها إلى الدماغ أو الأطراف السفلية. تُقدّر شدّة التضيّق التاجي بقياس ممال الضغط عبر الصمام وحساب مساحة الصمام التاجي بواسطة تصوير صدى القلب، ويُعالج تضيّق الصمام التاجي إما بتوسيع الصمام أو بتبديله بصمام صنعي.



الشكل 3 – عملية تبديل الصمام التاجي. تم زرع سلسلة من الخيوط الجراحية في حلقة الصمام ثم عبر الحلقة القماشية للصمام الصنعي. يلي ذلك دفع الصمام الصنعي ليأخذ مكانه ثم ربط الخيوط.

قصور الصمام التاجي

يحدث القصور المزمن عادة بسبب تشوّه وريقات الصمام التالي للحمى الرثوية. يتكّيف القلب بالتدريج مع زيادة الحمل الحجمي الناجم عن القصور بحيث يحافظ على وظيفته الطبيعية، فيبقى المريض خالياً من الأعراض لمدة طويلة نسبياً. أما القصور الحاد فيحدث عادة بسبب تمزق الحبال الوترية أو العضلات الحليمية نتيجة للإحتشاء أو إلتهاب الشغاف، وتظهر الأعراض في هذه الحالة مباشرة إذ يرتفع الضغط ضمن الأذينة اليسرى، وقد يؤدي إلى حدوث وذمة الرئة الحادة.

ُيستطب إجراء العمل الجراحي الإسعافي في حالات القصور الحاد للمحافظة على حياة المريض، أما في حالات القصور المزمن فُتجرى الجراحة عند بدء ظهور الدلائل على تدهور وظيفة البطين الأيسر. يمكن إجراء تصنيع الصمام التاجي في أغلب مرضى قصور الصمام التاجي، ويُجرى إستبدال الصمام عند فشل محاولات الإصلاح الجراحي.

قصور الصمام مثلث الشرف

من الشائع أن يحدث القصور الوظيفي للصمام مثلث الشرف كنتيجة لأمراض الصمام التاجي، ويحدث ذلك بسبب إرتفاع التوتر الرئوي وتوسع البطين الأيمن. يؤدي القصور المترقي إلى ظهور علامات قصور القلب الأيمن والتعب. يُجرى إصلاح قصور الصمام مثلث الشرف عادة أثناء الإصلاح الجراحي للصمام التاجي، ويتم في هذه الحالة تصنيع حلقة الصمام بالخياطة أو بزرع حلقة صنعيّة.

إلتهاب شغاف القلب

يحدث إلتهاب الشغاف عادة بسبب تجرثم الدم التالي للتداخلات الجراحية أو السنّية (كالقلع وزرع الحشوات)، حيث تتوضع الجراثيم على أحد صمامات القلب وتُثير إرتكاساً إلتهابياً يؤدي إلى تشكّل تنبتات إلتهابية وجرثومية على الصمام. يصيب إلتهاب الشغاف عادة صمامات القلب المتأذّية بآفة رثوية سابقة أو صمامات القلب الصنعيّة، وقد يؤدي إلى تخرّب وريقات الصمام، أو غزو نسج القلب المحيطة، أو إنطلاق الصمّات من التنبتات.

يُعالج إلتهاب الشغاف في البدء دوائياً بالصادات المناسبة التي يتم إختيارها بناءً على زروع الدم الجرثومية، ويُستطب إجراء العمل الجراحي لمعالجة الحالات التي لا تستجيب للمعالجة الدوائية أو عند ظهور دلائل على تخرّب الصمّام أو على تشكّل الخراجات في القلب. يتألف العمل الجراحي من إستئصال النسج المصابة، وتنضير الخراجات، وإستبدال الصمام المتأذي.

جراحة آفات الشريان الأبهر

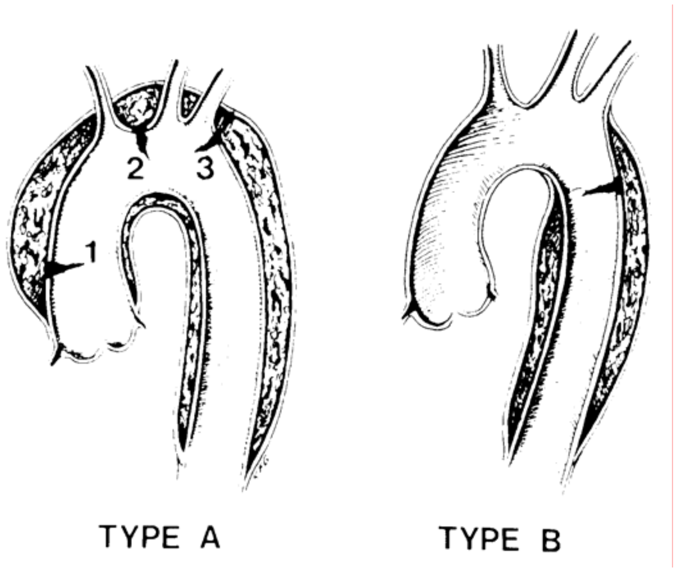
أمهات دم الأبهر الصدري

تُعرّف أم الدم الأبهرية بأنها التوسع المُعمم أو المُوَضع في الشريان الأبهر، وتنشأ عادة عن ضعف جدار الشريان الأبهر بسبب إرتفاع الضغط الشرياني، أو الإصابة بالتصلّب العصيدي، أو عن بعض الأمراض النسيجية (مثل تناذر "مارفان"). يميل حجم أم الدم إلى الإزدياد تدريجياً وبشكل مترقي، وقد يؤدي ذلك إلى إنضغاط الأعضاء المجاورة، وقد تتمزّق أم الدم مسببة الوفاة.

يُستطب إجراء العمل الجراحي لمعالجة أمهات الدم الكبيرة (ذات قطر أكبر من 5.5 سم) أو عند ظهور أعراض تهدد بتمزق أم الدم، ويشتمل العمل الجراحي على إستبدال القطعة المصابة من الشريان الأبهر بطعم وعائي صنعي.

تسلّخ الأبهر

ينجم تسلخ الأبهر عن حدوث تمزق في بطانة الشريان الأبهر يسمح بمرور الدم إلى داخل الطبقة المتوسطة، ومن ثم يؤدي إلى تشكّل ورم دموي مسلّخ ضمنها. يزداد حجم هذا الورم الدموي بسرعة بسبب إستمرار دخول الدم إليه مع كل ضربة قلبية، مما قد يؤدي إلى تمزق الأبهر أو إنسداد بعض الفروع الشريانية أو قصور الصمام الأبهري. تُعْرَف التسلّخات التي تشمل القسم الصاعد من الشريان الأبهر بالنموذج A، بينما تُعْرَف التسلّخات التي تصيب القسم النازل فقط من الشريان الأبهر بالنموذج B.



الشكل 3 - تصنيف تسلّخات الشريان الأبهر الصدري.

يُستطب إجراء الإصلاح الجراحي لعلاج كافة المرضى المصابين بالتسلّخ من النموذج A، ويـشتمل العمـل الجراحي على إستبدال القطعة المصابة من الشريان الأبهر بطعم وعائي صنعي مع إصلاح أو إستبدال الـصمام الأبهري. بالمقابل، يُعالج كافة المصابين بالتسلخ من النموذج B دوائياً، ويُجرى الإصلاح الجراحي فقط في حال حدوث الإختلاطات (مثل وجود دلائل على توسع أم الدم أو تمزقها، أو الإنسداد الوعائي الحشوي أو الكلوي أو في الطرفين السفليين). يشتمل الإصلاح في هذه الحالة على إستبدال القطعة المصابة من الشريان الأبهر النازل بطعم وعائي صنعي.

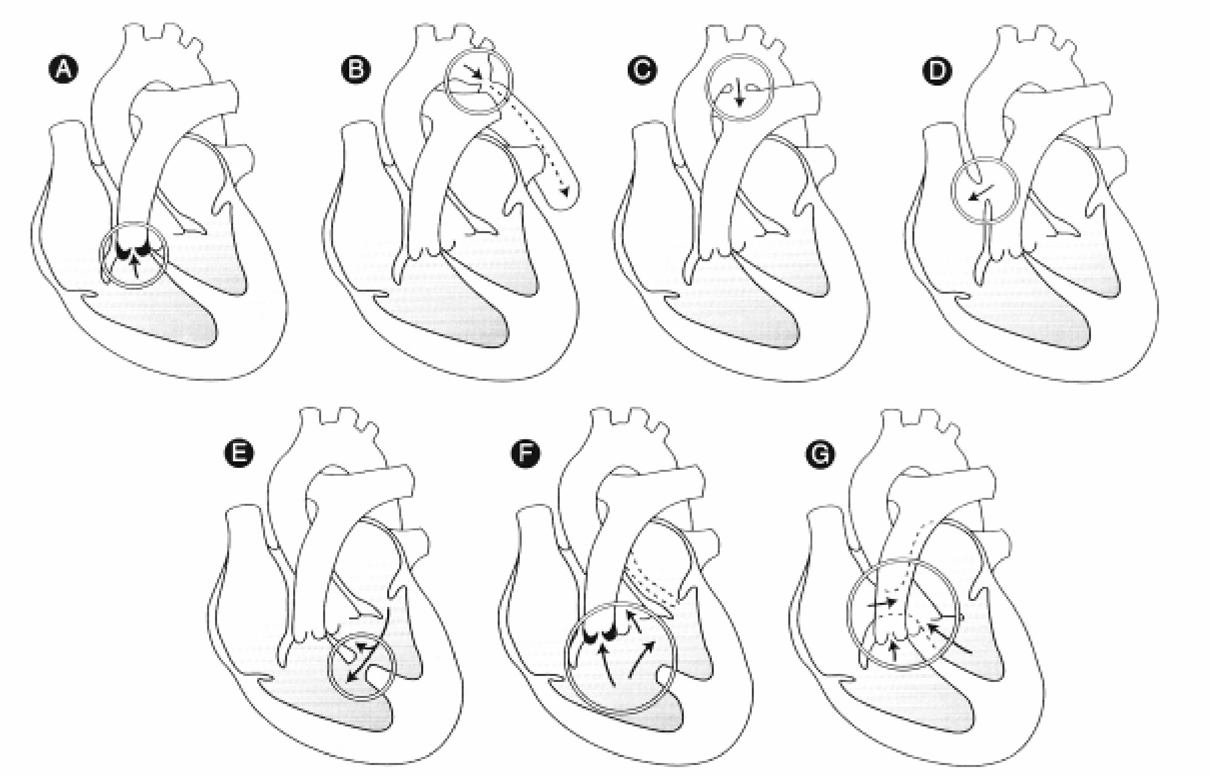
الورم المخاطي الأذيني

هو أكثر أورام القلب شيوعاً، وغالباً ما يكون سليماً. يتوضع الورم عادة في الأذينة اليسرى ويرتكز على الحجاب بين الأذينتين في منطقة الحفرة البيضية. تترافق الإصابة بالورم المخاطي الأذيني مع بعض الأعراض العامة غير النوعية مثل إرتفاع الحرارة ونقص الوزن، أو مع ظهور أعراض قصور القلب الإحتقاني أو إضطرابات النظم. يعتبر تصوير صدى القلب الوسيلة الأفضل لتشخيص الأورام القلبية، ويُستطب إجراء الإستئصال الجراحي للورم فور التشخيص لأن المريض مُعرّض لخطر الإصابة بالصمّات الورمية المحيطية أو الموت المفاجئ.

إلتهاب التأمور العاصر

تؤدي الإصابة الإلتهابية المزمنة (الفيروسية أو السلّية) في التأمور إلى تلّيفه وفقدان مرونته مما يمنع الإمتلاء الطبيعي للبطينات أثناء الإنبساط. تسبب هذه الحالة ظهور أعراض مشابهة لأعراض قصور القلب الإحتقاني مثل الزلة التنفسية والوذمة المحيطية والحبن. يعتبر تصوير صدى القلب الوسيلة الأفضل لتشخيص إلتهاب التأمور العاصر، ويمكن للتصوير الطبقي المحوري أن يساعد في تحديد سماكة التأمور. يُعالج إلتهاب التأمور العاصر دوماً بالتقشير الجراحي للتأمور.

7- ملخص أمراض القلب الجراحية عند الأطفال



الشكل 1 – تشوهات القلب الخلقية. A: تضيق الصمام الرئوي، B: تضيق برزخ الأبهر، C: بقاء القناة الشريانية مفتوحة، D: الفتحة بين الأذينتين، E: الفتحة بين البطينين، F: رباعي فاللو، G: تبادل منشأ الشرايين الكبيرة.

الآفات الإنسدادية المعزولة

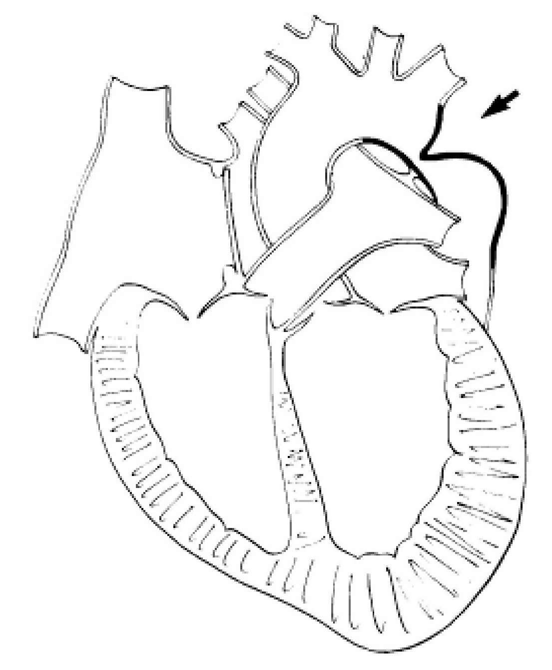
تضيق الصمام الرئوي

يحدث تضيّق الصمام الرئوي كنتيجة لسوء تصنّع الصمام أو بسبب إلتحام وريقات الصمام ذو الثلاث شرف، ويؤدي إلى ضخامة البطين الأيمن وإرتفاع الضغط في النصف الأيمن من القلب. تتحدد ضرورة التداخل الجراحي وفقاً للأعراض وشدّة التضيّق الرئوي، وتتألف المعالجة الجراحية من خزع الصمام الرئوي مع أو بدون توسيع مخرج البطين الأيمن. يمكن أحياناً تجنّب العمل الجراحي وإجراء توسيع الصمام الرئوي بالبالون عبر القثطرة.

تضيق برزخ الأبهر

هو تضيّق خلقي شديد في الشريان الأبهر يصيب المنطقة التي تلي تفرّع الشريان تحت الترقوة الأيسر، وقد يترافق مع تشوهات قلبية أخرى مثل الفتحة بين البطينين أو تشوهات الصمام الأبهري. يؤدي تضّيق برزخ الأبهر إلى زيادة الحمل البعدي للبطين الأيسر وإحتقان الأوعية الرئوية ومن ثم إلى نقص نتاج القلب.

ُيستطب إجراء الإصلاح الجراحي العاجل لدى الرُضع المصابين بتضيق برزخ أبهر شديد مع قصور في وظيفة البطين الأيسر، بينما ُيستطب إجراء الإصلاح في الأطفال الأكبر سناً عند وجود إرتفاع توتر شرياني أو وجود ممال ضغط مرتفع عبر البرزخ المتضّيق. يتم إصلاح تضّيق برزخ الأبهر باستئصال القطعة المتضّيقة مع إعادة مفاغرة نهايتي الأبهر بشكل مباشر، أو بتوسيع القطعة المتضّيقة بشريحة من الشريان تحت الترقوة.



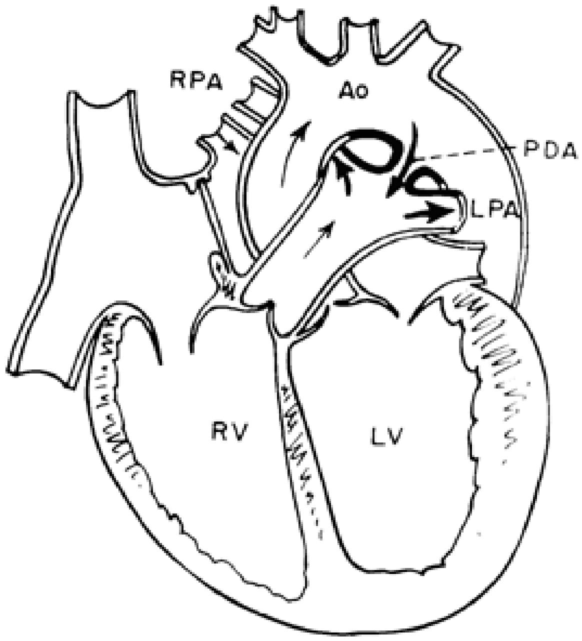
الشكل 2 - تضّيق برزخ الأبهر، ويمثله وجود ثلمة على الوجه العلوي للأبهر (السهم) تسبب تضّيق لمعة هذا الشريان.

التحويلة الدموية (الشنت shunt) من الأيسر إلى الأيمن

ينجم الشنت من الأيسر إلى الأيمن عن وجود إتصال بين الدورانين الجهازي (الأيسر) والرئوي (الأيمن)، ويتحدد حجم الشنت وفقاً لحجم الفوهة ومعدّل المقاومة عبر الفوهة. ُيجرى عادة الإصلاح الجراحي بهدف السيطرة على الأعراض وفرط التوتر الرئوي، لأن إستمرار وجود الشنت لفترة زمنية طويلة قد يؤدي إلى تطّور داء وعائي رئوي ساد دائم يمنع من إجراء الإصلاح الجراحي، وتسمى هذه الحالة داء آيزنمنغر Eisenmenger.

بقاء القناة الشريانية مفتوحة

تنغلق القناة الشريانية عادة خلال الأسبوعين الأولين من الحياة، ويؤدي بقاؤها مفتوحة إلى تشكّل شنت من الأيسر إلى الأيمن مما يزيد من الجريان الرئوي مسبباً إحتقان الأوعية الرئوية. ُيعالج بقاء القناة الشريانية مفتوحة لدى الأطفال الخُدّج بربطها جراحياً إذا ما سببت حدوث إضطراب تنفسي، كما ُتربط كل قناة شريانية تبقى مفتوحة بعد الشهر الثالث من الحياة لمنع حدوث إلتهاب الشغاف أو الداء الوعائي الرئوي الساد. يمكن أحياناً تجنّب العمل الجراحي بتطبيق تقنية إغلاق القناة عبر القثطرة.



الشكل 3 – بقاء القناة الشريانية مفتوحة. Ao: الشريان الأبهر، LPA: الشريان الرئوي الأيسر، LV: البطين الأيسر، RPA: الشريان الرئوي الأيمن، RV: البطين الأيمن.

الفتحة بين الأذينتين

ُتشكل الفتحة بين الأذينتين إتصالاً بين الأذينة اليمنى والأذينة اليسرى، وتؤدي إلى تشكّل شنت من الأيسر إلى الأيمن مما يزيد الجريان الرئوي مسبباً إحتقان الأوعية الرئوية. يمكن إغلاق الفتحة بين الأذينتين بالخياطة المباشرة أو برقعة من التأمور، وذلك تبعاً لحجمها. لقد تم أيضاً إغلاق هذه الفتحات بنجاح عبر القثطرة.

الفتحة بين البطينين

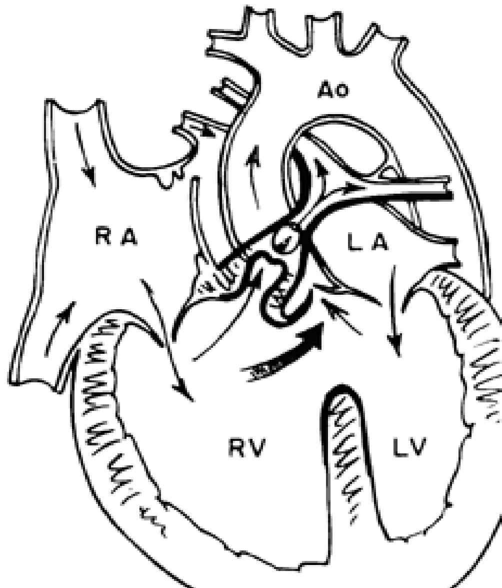
تُشكل الفتحة بين البطينين إتصالاً بين البطين الأيمن والبطين الأيسر، وتؤدي إلى زيادة الجريان الرئوي وإحتقان الأوعية الرئوية. قد تكون الفتحة بين البطينين وحيدة أو متعددة، كما يمكن أن تترافق مع تـشوهات قلبيـة أخرى. يتم إغلاق الفتحة بين البطينين جراحياً برقعة من التأمور أو برقعة صنعية.

التحويلة الدموية (الشنت shunt) من الأيمن إلى الأيسر

رباعي فاللو Fallot

يتألف رباعي فاللو من تشارك التشوهات القلبية الأربعة التالية: فتحة كبيرة بين البطينين، تراكب أبهر، إنسداد مخرج البطين الأيمن، وضخامة البطين الأيمن. يؤدي إنسداد مخرج البطين الأيمن إلى نقص الجريـان الـدموي الرئوي وزيادة الجريان من الأيمن إلى الأيسر عبر الفتحة بين البطينين، وبالتالي إلى نقص أكسجة الدم المحيطـي وظهور الزُرقة. قد تؤدي الزُرقة الشديدة إلى حدوث الغشي أو نوب الإختلاج. يُجرى العمل الجراحي عـادة خلال السنتين الأوليتين من الحياة، أو أبكر من ذلك في حال وجود الزُرقة الشديدة أو نوب نقص الأكسجة.

يتألف الإصلاح الجراحي من إغلاق الفتحة بين البطينين برقعة صنعية، وتوسيع مخرج الـبطين الأيمـن بخـزع الصمام الرئوي أو توسيع الشريان الرئوي المتضيّق برقعة صنعية.



الشكل 4 - الشكل النموذجي لتشوّه رباعي فاللو. Ao: الشريان الأبهر، LA: الأذينة اليسرى، LV: البطين الأيـسر، RA: الأذينة اليمنى، RV: البطين الأيمن.

تبادل منشأ الشرايين الكبيرة

ينشأ في هذه الحالة الشريان الأبهر من البطين الأيمن بينما ينشأ الشريان الرئوي من البطين الأيسر. يعتمد البقاء على قيد الحياة في هذه الحالة الخطيرة على إمتزاج الدورانين الجهازي والرئوي المتوازيين عبر فتحة بين الأذينتين أو فتحة بين البطينين أو عبر بقاء القناة الشريانية مفتوحة.

يُستطب إجراء العمل الجراحي الإسعافي عند كافة المرضى، ويعتمد الإصلاح الجراحي الكامل على إجراء "عملية تحويل الشرايين الكبيرة" arterial switch. يتم هنا إعادة وصل الشريان الأبهر إلى مخرج البطين الأيسر ووصل الشريان الرئوي إلى مخرج البطين الأيمن، مع نقل الشرايين الإكليلية إلى الشريان الأبهر الجديد.

الشذوذ التام في إتصال الأوردة الرئوية

تصب في هذا التشوّه جميع الأوردة الرئوية في الأذينة اليمنى بدلاً من الأذينة اليسرى، ويُسبب ذلك إمتزاجاً كاملاً للدم الوريدي الرئوي والدم الوريدي الجهازي داخل الأذينة اليمنى. يعتمد البقاء على قيد الحياة في هذه الحالة على وجود فتحة بين الأذينتين تسمح للدم بالجريان نحو الأذينة اليسرى ومن ثم إلى الدوران الجهازي.

يُستطب إجراء العمل الجراحي الإسعافي بعد الولادة عند كافة الولدان المصابين بالزُرقة الشديدة أو بقصور القلب الإحتقاني الناتجين عن إنسداد العود الوريدي الرئوي. تتألف المعالجة الجراحية من إعادة توجيه الجريان الوريدي الرئوي نحو الأذينة اليسرى وإغلاق الإتصال بين الأذينتين.

الإجراءات الجراحية التلطيفية

الإجراءات التي تهدف إلى زيادة الجريان الدموي الرئوي

تُجرى هذه العمليات عند الأطفال المصابين بشنت من الأيمن إلى الأيسر (مثل رتق الصمام مثلث الشرف أو رتق الصمام الرئوي) مع نقص الجريان الدموي الرئوي. تؤمن هذه العمليات تلطيفاً للحالة السريرية قد يستمر من عدة أشهر إلى عدة سنوات، إلى حين إجراء الإصلاح الجراحي النهائي. أكثر هذه العمليات شيوعاً هي:

1- **تحويلة بلالوك-توسيغ Blalock-Taussig** التي تعتمد على مفاغرة الشريان تحت الترقوة إلى الشريان الرئوي بشكل مباشر أو عبر طعم أنبوبي صنعي.

2- **تحويلة غلين Glenn** التي تعتمد على فصل الوريد الأجوف العلوي عن الأذينة اليمنى ثم مفاغرته إلى الشريان الرئوي الأيمن.

الإجراءات التي تهدف إلى إنقاص الجريان الدموي الرئوي

يعتمد تطويق الشريان الرئوي على تطبيق رباط عاصر عليه، ويُجرى ذلك في حالات فرط الجريان الـدموي الرئوي (كما يحدث عند وجود فتحات بين البطينين عضلية متعددة أو حالة البطين الوحيد). يُـستطب هـذا الإجراء عند الرُضّع شديدي المرض أو في حال عدم التمكن من إجراء الإصلاح الجراحي الكامل الباكر.

8- تحضير المريض قبل العمل الجراحي

تطهير وحلاقة الجلد

تفيد العناية بصحة الجلد قبل العمل الجراحي في الوقاية من تلوّث الجرح بالجراثيم الموجودة على الجلد ومن حدوث الإنتانات. تنصح معظم المشافي مرضاها بالإستحمام بدواء مُعقّم (مثل الكلورهيكسيدين) في مساء اليوم الذي يسبق العمل الجراحي وفي صباح يوم العمل الجراحي، مع الإهتمام بطهارة الإبطين والمغبن والساقين. من الضروري كذلك أن نقوم بتنبيه المرضى إلى أهمّية تجنّب تطبيق أيّ كريم أو بودرة على مناطق العمل الجراحي. أما المرضى الحاملين لجراثيم العنقوديات الذهبية المقاومة للميثيسيللين (MRSA) فيجب أن يقوموا بالإستحمام بالدواء لمدة خمسة أيام متتالية قبل العمل الجراحي بالإضافة إلى تطهير الأنف (وهو بؤرة شائعة لحمل هذه الجراثيم) باستعمال كريم أنفي يحتوي على دوائي الكلورهيكسيدين والنيومايسين (وهو أحد مضادات الفطور).

تقوم الممرضة بحلاقة الشعر الذي يحيط بمناطق العمل الجراحي، لأن الشعر قد يتداخل في الجرح أو يعيق إلتصاق الضمادات الجراحية. تتم عادة حلاقة كامل الشعر الممتد ما بين الرقبة والسرة عند الرجال، وكذلك الشعر المتوضع على الوجه الداخلي للساقين (في مسار الوريد الصافن الكبير). من الشائع كذلك أن تُجرى حلاقة الشعر الذي يُغطي الساعدين لكي نجنّب المريض الإنزعاج الناجم عن نزع الشريط اللاصق المستعمل لتثبيت الخطوط الشريانية والوريدية.

تلعب طريقة حلاقة الشعر دوراً هاماً في خفض نسبة الإنتانات بعد العمل الجراحي، وأفضل وسائط الحلاقة هي إستعمال آلة الحلاقة الكهربائية، ويليها في الأفضلّية إستعمال شفرات الحلاقة المُعدّة للإستعمال لمرة واحدة. يجب أن تُجرى الحلاقة مباشرة قبل الدخول إلى غرفة العمليات، وأن نتجنّب ما أمكن التسبّب بجرح الجلد.

الصيام قبل العمل الجراحي

يُشار إلى كافة المرضى بالصيام لمدة 4-6 ساعات قبل العمل الجراحي، وذلك لكي نسمح للمعدة بتفريغ محتوياتها من الأطعمة والسوائل. يقي ذلك من إحتمال حدوث الإقياء أو إستنشاق محتويات المعدة أثناء العمل الجراحي أو بعده.

ليست هناك حاجة لإجراء حقنة شرجية قبل العمل الجراحي، وذلك لأن العمل الجراحي القلبي لا يشتمل عادة على التداخل على جوف البطن، كما أن معظم المرضى يعودون إلى تناول الطعام المعتاد والحركة بحرية خلال أيام قليلة من العمل الجراحي. نضيف إلى ذلك أن حالة خناق الصدر غير المستقر قد تُشكّل مضاد إستطباب لإجراء الحقنة الشرجية عند المريض لأنها قد تُحرّض حدوث نوبة حادّة من نقص التروية القلبية أو الإحتشاء.

التنويم والتركين

يُعطي المريض دواءً منوماً في المساء الذي يسبق العمل الجراحي للتخفيف من شدّة قلقه ومساعدته على النوم بهدوء، كما يُعطى قبل نقله إلى غرفة العمليات دواءً آخر مُركناً. يفيد تركين المريض في تسهيل تعاونه مع الفريق الطبي في غرفة العمليات أثناء زرع القثاطر الوعائية، كما يساعد في تخفيف الإستجابة الفيزيولوجية للشدّة الجراحية. تتم تغذية المريض المُصاب بنقص التروية القلبية بالأوكسجين الإضافي عن طريق القنيات الأنفية وذلك للوقاية من حدوث نوبة حادّة من نقص التروية القلبية.

يقوم أخصائي التخدير بإختيار الأدوية المُركّنة التي تناسب كل مريض على حدة بناءً على عمره وحالته القلبية وشدّة قلقه والحالات المرضيّة الأخرى التي يشكو منها. من الهام أن تُعطى الأدوية المُركّنة في الوقت المناسب بحيث يصل المريض إلى غرفة العمليات بحالة هدوء نفسي مع بقاء مستوى كاف من اليقظة لضمان تعاونه مع الفريق الطبي خلال الإجراءات التحضيرية.

لا يُعطى المرضى ذوي الحالة غير المستقرة أي أدوية مُرَكّنة قبل وصولهم إلى غرفة العمليات ووضعهم تحت المراقبة المباشرة المكثفة. من الضروري أن يقوم أفراد الطاقمين الطبي والتمريضي معاً بنقل المرضى ذوي الحالة غير المستقرة إلى غرفة العمليات، مع إستخدام أجهزة المراقبة المستمرة وتوفر أدوات الإنعاش القلبي-التنفسي.

9- تحضير عيّنات الدم المخبرية

يقوم الفريق التمريضي عادة بأخذ العينات الدموية من المريض لإجراء الفحوص المخبرية اللازمة. يعتبر الـدم بشكل عام مصدراً محتملاً للإنتان، ولذلك فمن الضروري هنا أن نُذكّر بالإحتياطات العامة المتعلّقـة بأخـذ عينات الدم.

الإحتياطات العامة المتعلّقة بأخذ عينات الدم
1- إرتداء الكفوف الواقية دوماً أثناء سحب الدم. 2- إرتداء لباس واقي مناسب عند إحتمال تناثر الدم (أو أيّ من سوائل الجسم). 3- تجّنب إعادة تغطية الإبر الوريدية. 4- التخلّص من كافة الإبر الثاقبة والشفرات ضمن حاويات خاصة. 5- غسل اليدين بعد سحب الدم. 6- تنظيف الدم المتناثر على الأرض بسائل مناسب (وفقاً لنظام المشفى).

يساعد إتّباع الطريقة الصحيحة لأخذ عينات الدم في الحصول على نتائج مخبرية دقيقة. من المفيد هنا أن نـشير إلى النقاط العملية التالية:

تأثيرات قيام المريض بإطباق قبضته وفتحها قبل أخذ عينة الدم من الساعد

يؤدي القيام بهذه الحركة لمدة دقيقة واحدة فقط إلى زيادة معدّل الإستقلاب في العضلات وإلى إرتفاع مستوى البوتاسيوم في المصل بحوالي 1-1.5 ميلي مول/ليتر. تزيد هذه الحركة أيضاً من إحتمال إنحلال الدم.

تأثيرات تطبيق العاصبة (الغارونة)

تعمل العاصبة على توسيع الأوردة بآلية منع العود الوريدي عبرها. يؤدي تأثير تطبيق العاصبة (الغارونة) لأكثر من دقيقتين إلى بطء جريان السوائل عبر الأوردة ومن ثم إلى تكثّف العينة الدموية، كما أن إستمرار الفعاليـة الإستقلابية للخلايا يؤدي إلى إرتفاع تركيز المنتجات الإستقلابية (مثل اللاكتات والبوتاسيوم). كـذلك فإن التطبيق المديد للعاصبة قد يؤدي إلى إنحلال العينة الدموية.

تلوث العينة الدموية بالمحاليل الوريدية

يجب أن نتجنّب أخذ العينة الدموية من الساعد الذي يُستعمل لتسريب محلول وريدي ما. يمكن في حال الضرورة أن نخفف من تلوّث العينة الدموية بالمحلول عبر إبطاء التسريب الوريدي لمدة 3-5 دقائق (إذا سمحت الحالة السريرية بذلك) قبل أخذ العينة، ثم وضع عاصبة بين مدخل التسريب الوريدي ونقطة أخذ العينة الدموية.

أخذ عينات الدم عبر القثاطر الوعائية

تسمح هذه الطريقة بأخذ العينات الدموية بسرعة وسهولة دون إزعاج المريض، لكن إستعمال سائل الغسيل في هذه القثاطر وتسريب الأدوية أو المحاليل الوريدية عبرها قد يؤدي إلى تلوّث العينة الدموية أو تمددها. يجب أن نأخذ قطر وطول القثطرة الوعائية بعين الإعتبار، ويمكن عادة تجنّب تمدد العينة الدموية إذا ما تم التخلّص من 3-6 مل من الدم المسحوب عبر القثطرة الوعائية قبل أخذ عينة الدم المخبرية. من الهام أن نشير إلى أن السحب المتكرر لعينات الدم من القثاطر الوعائية يزيد من إحتمال إصابتها بالتلوّث الجرثومي، وأن هذه العملية يجب أن تتبع شروط التعقيم الجيد.

تأثير إنحلال الدم

يشير هذا المصطلح إلى إنحلال كريات الدم الحمراء، وهو يؤدي إلى حدوث أخطاء عديدة في التحاليل المخبرية التي تُجرى على المصل. على صعيد المثال، يؤدي إنحلال الدم إلى إرتفاع مستويات البوتاسيوم والمغنيزيوم والكالسيوم والبيليروبين، كما أنه يُبطل نتائج معظم إختبارات التخثر. يمكن لإنحلال الدم أن يحدث كإرتكاس لنقل الدم أو لإستعمال بعض الأدوية، لكنه قد ينجم أيضاً عن إرتكاب بعض الأخطاء أثناء أخذ عينات الدم أو نقلها، مثل عدم تجفيف الكحول عن منطقة الوخز بالإبرة، أو سحب عينة الدم بعنف عبر إبرة رفيعة أو حقنها بقوة في الأنبوب المخبري، أو معاملة الأنابيب بخشونة في المخبر. لذلك، من الضروري أن نكرر أخذ العينة المخبرية وأن نعيد الفحص المخبري عند وجود أدنى شك في صحة النتائج المخبرية.

أنواع عينات الدم المخبرية

يتخثر الدم بشكل طبيعي بعد خروجه من الجسم لينقسم إلى خثرة وسائل يسمى المصل. يُستخدم المصل لإجراء التحاليل المخبرية الكيميائية والدوائية والهرمونية، ولذلك فان هذه الإختبارات تتطلّب حفظ عينات الدم في أنابيب تسمح للدم بالتخثّر. بالمقابل، تتطلّب بعض الإختبارات الأخرى حفظ الدم مع مواد إضافية خاصة.

لقد تم تصنيف الأنابيب المخبرية التي تستعمل لحفظ العينات الدموية وفقاً للمواد الإضافية التي تحتوي عليهـا، وُيستعمل نظام عالمي موحّد من الألوان لتمييزها:

- **الغطاء الأحمر**: لا تحتوي هذه الأنابيب على أّية مادة إضافية، وهي تستعمل لإجراء معظم التحاليل المخبرية الكيميائية والدوائية والهرمونية.
- **الغطاء البنفسجي**: تحتوي هذه الأنابيب على مادة الـ EDTA، وهي تستعمل لإجراء الإختبارات الدموية والقليل من التحاليل الكيميائية الخاصة.
- **الغطاء الأخضر**: تحتوي هذه الأنابيب على الهيبارين كمانع للتخثر، وهي تستعمل لإختبار غـازات الـدم الشرياني ولإجراء بعض الإختبارات الكيميائية والهرمونية والمناعية.
- **الغطاء الأزرق**: تحتوي هذه الأنابيب على مادة السيترات، وهي تستعمل لإجراء إختبارات التخثر.
- **الغطاء الرمادي:** تحتوي هذه الأنابيب على فلورايد الصوديوم التي تمنع تحلل السكر، وهي تستخدم لمعـايرة سكر الدم.

وعند الحاجة لإجراء العديد من التحاليل المخبرية، ُينصح عادة بإّتباع التسلسل التالي في توزيع العينة الدمويـة: تتم أولاً تعبئة الأنبوب الخالي من أّية مادة إضافية (الغطاء الأحمر)، يليه الأنابيب التي تحتوي على مّيع خفيـف (الغطاء الأخضر والرمادي والأزرق)، وأخيراً الأنبوب الذي يحتوي على الـ EDTA (الغطاء البنفسجي).

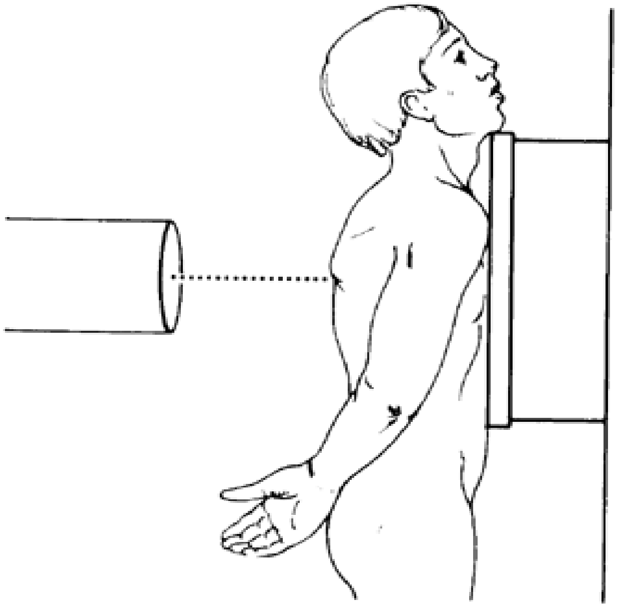
من الضروري أن نتجنب إستخدام الجزء الأول من العينة الدموية في إختبارات التخثر، لأن الأذّية النسيجية التي تسببها الإبرة قد تقوم بتحريض عملية التخثر مما قد ُيسبب إنخفاضاً كاذباً في مستويات عوامل التخثر. يجب أن تقوم الممرّضة بتقليب الأنابيب التي تحتوي على مواد إضافية بلطف لكي تختلط مع الدم، لكن يجب أن تتجّنب تماماً رجّ الأنابيب.

10- التصوير الشعاعي للصدر

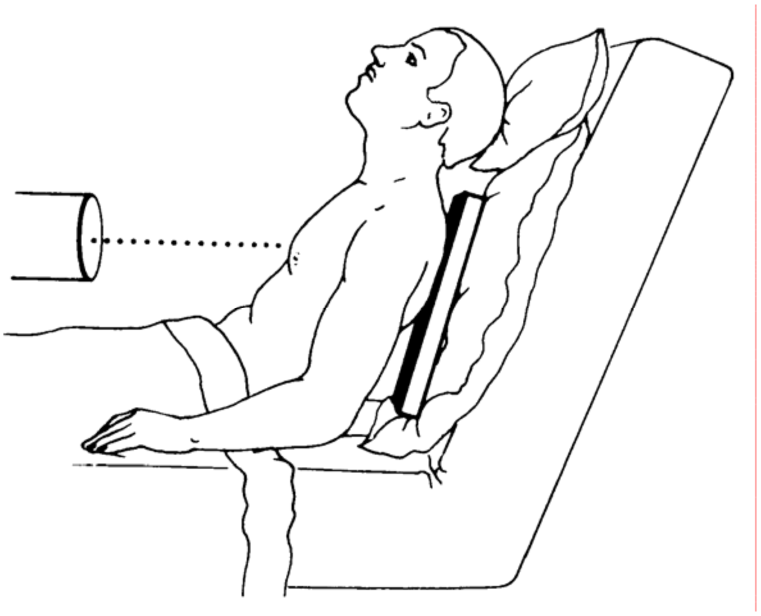
تعتبر صورة الصدر الشعاعية أحد أكثر الوسائط التشخيصية شيوعاً في وحدات جراحة القلب، ولذلك يجب على كافة أفراد الفريق التمريضي الإلمام بمبادئ التصوير الشعاعي وبالوضعيات الصحيحة للمريض أثناء إجراء التصوير الشعاعي للصدر.

آلية عمل أشعة-X

أشعة-X هي عبارة عن طاقة شعاعية مشابهة للضوء، لكنها تختلف عنه بِقِصَر أمواجها وبقدرتها على إختراق الأجسام الكامدة غير النفوذة. يتم توليد أشعة-X عبر إطلاق حزمة من الإلكترونات على هدف من مادة التنغستن، ثم يقوم الجهاز بتوجيهها بحيث تخرج على شكل حزمة شعاعية ضيقة. عند إجراء التصوير بأشعة-X، يتم توجيه الأشعة بحيث تخترق الجسم وتتجه نحو الفلم الشعاعي. يؤدي التباعد التدريجي للأشعة وتبعثرها إلى ظهور البُنى الأكثر بُعداً عن الفلم الشعاعي بشكل أكبر حجماً وأقل وضوحاً.



الشكل 1 – الوضعية التقليدية (الخلفية-الأمامية) للمريض أثناء إجراء صورة الصدر الشعاعية.



الشكل 2 – وضعية المريض الموجود في وحدة العناية المشددة أثناء إجراء صورة الصدر الشعاعية (الأمامية-الخلفية). لا تسمح هذه الوضعية بوضع الجهاز بشكل عمودي تماماً على صدر المريض، مما يؤدي إلى المبالغة في حجم ظل القلب كما أن حدوده تصبح أقل وضوحاً.

وضعيات التصوير الشعاعي للصدر

يتم التصوير الشعاعي للصدر بأحد الإتجاهين: الأمامي-الخلفي (الجهاز أمام المريض والفلم خلفه) أو الخلفي-الأمامي (الفلم أمام المريض والجهاز خلفه). تُجرى غالبية صور الصدر الشعاعية الروتينية بالإتجاه الخلفي-الأمامي (الشكل 1) لأن ذلك يضع القلب (الذي يقع في القسم الأمامي من الصدر) أقرب ما يمكن من الفلم الشعاعي مما يحد من تضخيم ظل القلب ويسمح برؤية حدود القلب بوضوح، أما في ظروف وحدات العناية المشددة فُتجرى صور الصدر الشعاعية عادة بالإتجاه الأمامي-الخلفي (الشكل 2) وذلك بسبب صعوبة وضع الجهاز خلف المريض. تظهر حدود القلب في هذه الوضعية أقل وضوحاً وتحدث بعض المبالغة في حجم ظل القلب.

تعتمد درجة عتمة الصورة الشعاعية على حجم الطاقة الشعاعية التي تعبر جسم المريض لتصل إلى الفلم، ويعتمد حجم الطاقة الشعاعية بدوره على كثافة الأنسجة التي يجب أن تمر هذه الطاقة عبرها. يحتوي الصدر على أربعة كثافات نسيجية رئيسية: العظام، الماء، النسيج الشحمي، والهواء. أكثر الأنسجة كثافةً هي العظام التي لا تسمح إلا بمرور قليل وضعيف فقط لأشعة-X، ولذلك فإن ظل العظام يظهر نّيراً على الصور الشعاعية. بالمقابل، فإن الرئتين هما أقل الأنسجة كثافةً بسبب إحتوائهما على الكثير من الهواء، وبالتالي فإن ظلّهما يظهر

أسوداً على الصور الشعاعية. تتألف الأنسجة الرخوة والدم بشكل رئيسي من الماء، ولهما كثافة واحدة تقـع درجتها ما بين كثافة العظام وكثافة الرئتين، أما النسيج الشحمي فهو أقل كثافة من الأنسجة الرخوة الأخرى.

تظهر الحدود الفاصلة بين الظلال المختلفة على الصور الشعاعية بسبب التفاوت في درجة الكثافة النسيجية للبُنى المتجاورة. يؤدي تلاصق بنيتان مختلفتان ذواتا كثافة نسيجية واحدة إلى ظهور ظل واحد مشترك لهما وغيـاب الحدود الفاصلة بينهما. بالمقابل، يؤدي توضّع بنيتان مختلفتان ذواتا كثافة نسيجية واحدة في مستويين مخـتلفين أو الفصل بينهما بنسيج ذو كثافة مختلفة إلى إنفصال ظلهما على الصورة الشعاعية. تفيد هـذه الملاحظـة في تحديد مواقع الظلال المختلفة التي تظهر على الصورة الشعاعية.

11- المراقبة غير المباشرة للضغط الشرياني

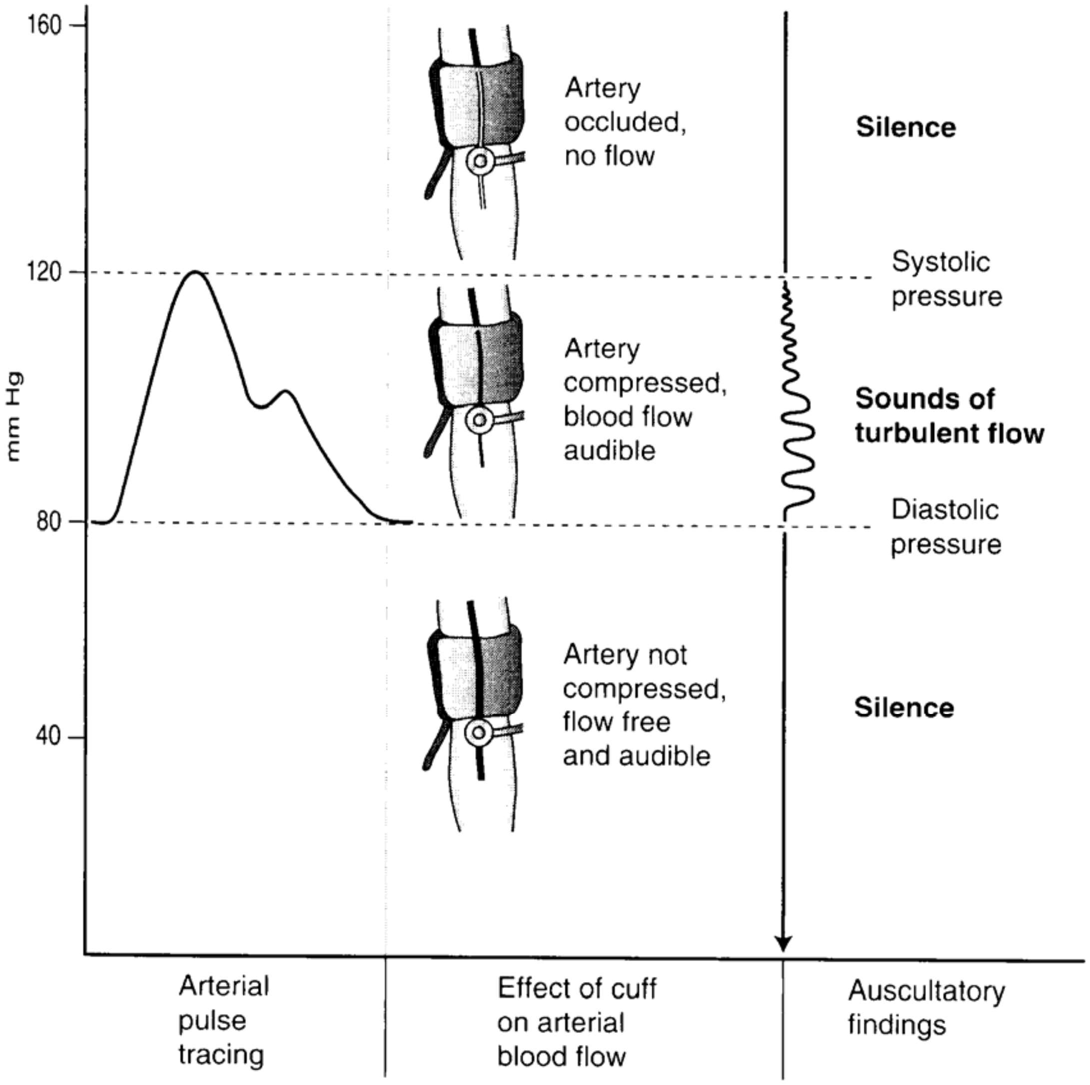
يقيس الضغط الشرياني قوة الجريان الدموي في الشرايين، ويعتبر أحد وسائل المراقبة الهامة في وحدة العناية المشددة. تتراوح القيمة الطبيعية للضغط الشرياني في المرضى البالغين ما بين 100-130 ملم زئبق للضغط الإنقباضي و 60-90 ملم زئبق للضغط الإنبساطي. تعتمد الطرق غير المباشرة لمراقبة الضغط الشرياني عادةً على مراقبة جريان الدم في الطرف العلوي وفقاً للمبدأ التالي:

يتم الضغط على الطرف العلوي بكُم هوائي ضاغط إلى أن تصل شدّة الضغط إلى درجة تمنع جريان الدم في الشرايين، وبالتالي يغيب النبض المحيطي. نقوم بعد ذلك بتخفيف شدّة ضغط الكُم الهوائي تدريجياً مما يسمح بعودة جريان الدم، والذي يشير إليه بدء ظهور النبض المحيطي. يتوافق بدء ظهور النبض المحيطي مع الضغط الإنقباضي ضمن الشريان ومع شدّة الضغط داخل الكُم الهوائي الضاغط.

من الهام هنا أن نذكر أن الضغط الشرياني الإنقباضي المقروء بهذه الطريقة قد ينقص عن الضغط الإنقباضي الحقيقي داخل الأوعية بحوالي 20 ملم زئبق، وأن الضغط الإنبساطي قد يزيد عن الضغط الإنبساطي الحقيقي.

قياس الضغط بطريقة الإصغاء

هي أكثر طرق قياس الضغط شيوعاً، وتعتمد على إستعمال السماعة الطبية ومقياس للضغط. يؤدي ضغط الكُم الهوائي على الشريان إلى إضطراب جريان الدم داخله، وبالتالي إلى توليد أصوات منخفضة التردد (تسمى أصوات "كوروتكوف Korotkoff") يمكننا أن نسمعها بإستخدام السماعة الطبية. يتوافق بدء ظهور هذه الأصوات مع الضغط الإنقباضي ضمن الشريان، ويتوافق إختفاءها مع الضغط الإنبساطي. تتميّز هذه الطريقة ببساطتها وتوفر مستلزماتها بشكل واسع، لكنها تتطلّب سلامة حاسة السمع وخلوّ جو الغرفة من الضوضاء. تعتمد دقة قراءة الضغط أيضاً على إجراء الإختبار بشكل صحيح.



الشكل 1 - قياس الضغط بطريقة الإصغاء.

الطريقة الصحيحة لقياس الضغط بطريقة الإصغاء

1- إفراغ الهواء بشكل كامل من الكُم الضاغط قبل تطبيقه على المريض.

2- تنبيه المريض إلى البقاء هادئاً وإلى التنفس بشكل طبيعي.

3- وضعية الذراع: يجب أن تبقى الذراع على سوية واحدة مع القلب مهما كانت وضعية المريض. يؤدي إنخفاض مستوى الذراع عن مستوى القلب إلى النقص في تقدير الضغط الإنقباضي الحقيقي، وبالعكس، فإن إرتفاع مستوى الذراع عن مستوى القلب يؤدي إلى المبالغة في تقدير الضغط الإنقباضي الحقيقي. يمكن لدرجة الخطأ الناجم عن سوء وضعية الذراع أن تصل إلى ± 10 ملم زئبق بالمقارنة مع الضغطين الإنقباضي والإنبساطي الحقيقيين.

4- إستعمال كُم ضاغط ذو قياس مناسب: يجب أن لا يقل عرض الكُم الضاغط عن 40% من محيط عـضد المريض، وأن لا يقل طوله عن 80% منه. يؤدي صِغَر عرض الكُم الضاغط إلى المبالغة في تقـدير الـضغط الإنقباضي الحقيقي، وبالعكس، تؤدي زيادة عرض الكُم إلى النقص في تقدير الضغط الإنقباضي الحقيقي.
5- يتم تطبيق الكُم الضاغط بشكل متين حول عضد المريض، بحيث لا يسمح بمرور أكثر من إصبع واحد فقط تحت الكُم. يجب أن ترتفع الحافة السفلية للكُم حوالي 2.5 سم عن المرفق.
6- يُنفخ الكُم الضاغط إلى ضغط يزيد عن الضغط الإنقباضي المتوقع بحوالي 30 ملم زئبق، أو إلى أن يغيـب النبض المجسوس تحت مستوى الكُم الضاغط.
7- يُطبّق حجاب السماعة على منطقة الشريان بلطف (قد يؤدي الضغط الشديد للسماعة إلى إنسداد جزئـي للشريان وإلى هبوط كاذب في الضغط الإنبساطي المقروء).
8- يتم تفريغ الكُم الضاغط من الهواء بمعدّل حوالي 3 ملم زئبق/ثانية.
9- يشير ظهور أصوات كوروتكوف إلى الضغط الإنقباضي، ويشير إختفاؤها إلى الضغط الإنبساطي.

التوصيات المتعلقة بأبعاد الكُم الضاغط المقبول وفقاً لحجم عضد المريض (سم)			
المريض	عرض الكُم الضاغط	طول الكُم الضاغط	محيط منتصف العضد
حديث الولادة	3	6	6 >
الرضيع	5	15	15-6
الطفل	8	21	21-16
الشاب	10	24	26-22
البالغ	13	30	34-27
البالغ كبير الحجم	16	38	44-35
الفخذ عند البالغ	20	42	52-45

قياس الضغط بطريقة الجس

هي طريقة بسيطة للغاية، كل ما تتطلّبه هو مقياس الضغط الزئبقي ووجود نبض عضدي أو كعبري مجسوس. في هذه الطريقة، وأثناء تفريغ الكُم الضاغط من الهواء، تتوافق عودة ظهور النبض المحيطي مع عـودة الجريـان الدموي في الشريان (أي مع الضغط الإنقباضي). تتميّز هذه الطريقة ببساطتها وأنها لا تتطلّب سلامة حاسـة

السمع، لكنها لا تستطيع قياس الضغط الإنبساطي، كما أنها غير ممكنة في حالات هبوط الضغط الشديد التي تترافق مع ضعف أو غياب النبض المحيطي. تستخدم طريقة قياس الضغط بالجس في حال عدم التمكن من سماع أصوات كوروتكوف وعند الحاجة لقياس الضغط بشكل متكرر.

قياس الضغط باستعمال مقياس الأكسجة النبضي

على الرغم من أن مقياس الأكسجة النبضي Pulse oximeter يستعمل بشكل رئيسي لقياس درجة إشباع الدم الشرياني بالأوكسجين، إلا أنه يصلح للإستخدام كوسيلة لتحري عودة النبض الشرياني أثناء تفريغ الكُم الضاغط من الهواء.

يتم هنا تطبيق الكُم الضاغط ومقياس الأكسجة النبضي على طرف واحد، ثم يُنفخ الكُم الضاغط إلى أن تغيب موجة النبض تماماً عن شاشة مقياس الأكسجة. يتم تفريغ الكُم الضاغط من الهواء ببطء إلى أن يشير بدء ظهور موجة النبض على الشاشة إلى الضغط الإنقباضي.

قياس الضغط باستعمال الأجهزة الأوتوماتيكية

تقوم هذه الأجهزة بقياس الضغطين الشريانيين الإنقباضي والإنبساطي دون الحاجة لإستعمال السماعة أو لنفخ الكُم الضاغط يدوياً أو أي تماس آخر مع المريض. تستلزم هذه الأجهزة لعملها وجود جريان دموي نابض مناسب، وتعتمد لقياس الضغط الشرياني على واحدة من عدة تقنيات، لكن تفصيل هذه التقنيات يقع خارج إهتمام هذا الكتاب. أكثر التقنيات شيوعاً هي تقنّية قياس تذبذبات الجريان الدموي oscillometry، وسيتم شرحها فيما يلي:

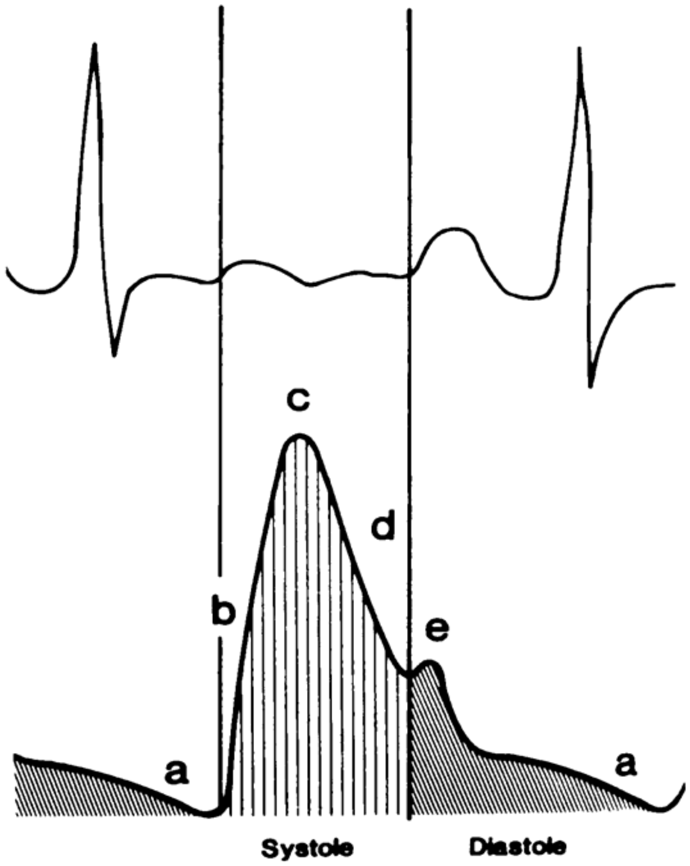
يتصل الكُم الضاغط بجهاز المراقبة عبر أنبوبين، يُستخدم الأول منهما لنفخ الكُم بالهواء بينما يقوم الثاني بوصل الكُم إلى جهاز حساس للضغط موجود ضمن الدارة الإلكترونية. يؤدي تفعيل الجهاز إلى نفخ الكُم الضاغط إلى أن تغيب التذبذبات الوعائية ثم تفريغه من الهواء بشكل تدريجي، وفي الوقت نفسه يقوم الجهاز بتحليل تذبذبات الجريان الدموي وضغوط الكُم الموافقة ليتمكن من تقدير الضغط الشرياني. تصل دقة هذه الأجهزة بالمقارنة مع الضغط الشرياني الحقيقي إلى ± 5 ملم زئبق.

من مساوئ هذه الطريقة أنها قد لا تكون موثوقة عند المريض غير المستقر، وأنها تُنقص أحياناً من تقدير الضغط الإنقباضي الحقيقي في حالات تسرّع القلب أو حالات إرتفاع أو هبوط الضغط.

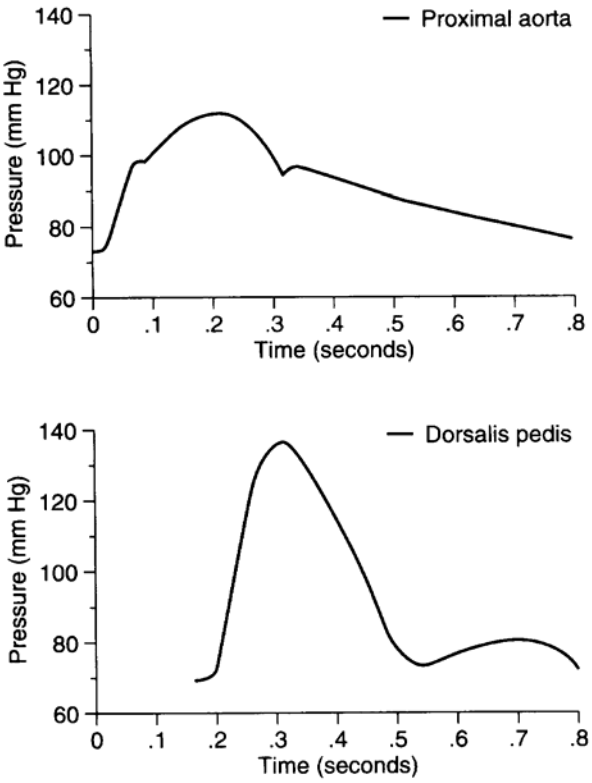
12- المراقبة المباشرة للضغط الشرياني

موجة الجريان الدموي الشرياني

يتماشى شكل موجة الجريان الدموي في الشرايين مع الدورة القلبية. يبلغ ضغط البالغ السليم عند ذروة كـل نبضة (الضغط الإنقباضي) حوالي 120 ملم زئبق، وعند أدنى نقطة (الضغط الإنبساطي) حوالي 80 ملم زئبق، ويدعى الفرق بين هذين الضغطين والبالغ 40 ملم زئبق بالضغط النبضي (الشكل 1). يتبدّل شـكل الموجـة وقياسات الضغوط تبعاً لنقطة المراقبة، بحيث يؤدي إبتعاد قثطرة المراقبة عـن القلـب إلى إرتفـاع الـضغط الإنقباضي، وضيق الموجة، وإنخفاض الضغط الإنبساطي (الشكل 2).



الشكل 1 – شكل موجة الجريان الدموي في الشرايين. تنجم الموجة من a إلى c عن قذف الدم من البطين الأيسر إلى الأبهر. تتماشى الذروة c مع حركة الدم وتمدد جدران الشرايين. تحدث القطعة d في آخر الانقباض عنـدما يتبـاطئ جريان الدم. يؤدي إنغلاق الصمام الأبهري إلى ظهور الثلمة الحادة e.



الشكل 2 - تبدّل شكل موجة الجريان الدموي الشرياني تبعاً لنقطة المراقبة. يؤدي إبتعاد قثطرة المراقبة عن القلب إلى إرتفاع الضغط الإنقباضي وإنخفاض الضغط الإنبساطي، بينما يبقى الضغط الشرياني الوسطي ثابتاً. الشكل العلوي: موجة الجريان الدموي الشرياني في الشريان الأبهر، الشكل السفلي: موجة الجريان الدموي الشرياني في شريان ظهر القَدم.

مبدأ أجهزة المراقبة المباشرة الإلكترونية للضغط الشرياني

تعتمد الأجهزة الإلكترونية الحديثة للمراقبة المباشرة للضغط الشرياني على نقل موجة الضغط عبر قثطرة وعائية دقيقة مزروعة في أحد الشرايين إلى أنبوب وصل مليء بالسائل، لتصل إلى ناقل transducer ذو حجاب حساس للضغط. تؤدي تبدلات الضغط إلى إهتزاز الحجاب الحساس بشكل يتوافق مع موجة الضغط، ويقوم الناقل بدوره بتحويل هذه الإهتزازات إلى إشارات كهربائية تصل إلى جهاز المراقبة الذي يقوم بعرضها آنّياً على الشاشة بشكل موجات ضغط مستمرة. يقوم جهاز المراقبة أيضاً بحساب قِيَم الضغط الإنقباضي والإنبساطي والوسطي، ومن ثم عرضها بشكل رقمي على الشاشة.

من الضروري أن يُدرك الفريق التمريضي الميزات الفيزيائية الخاصة بجهاز المراقبة المباشرة للضغط (الذي يُعرف علمياً بجهاز المراقبة المليء بالسوائل Fluid-filled monitoring system) لأنه يُستعمل بشكل روتيني لمراقبة

مرضى جراحة القلب المفتوح، ولأن أيّ خلل قد يطرأ على أحد عناصره قد يؤدي إلى تشوّه شكل موجة الضغط وإلى الحصول على قياسات خاطئة للضغوط.

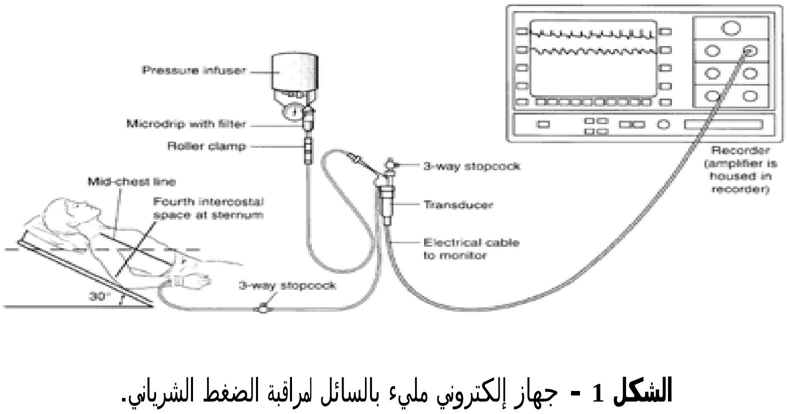
مكونات جهاز مراقبة الضغط

1- **القثطرة الشريانية وأنبوب الوصل.** تتوفر الآن مجموعات متكاملة مؤلفة من أنبوب الوصل وناقل حساس للضغط مُعد للإستعمال لمرة واحدة، بالإضافة إلى الوصلات المناسبة. يجب أن يتصف أنبوب الوصل بأنه قليل المطاوعة (قاسي)، لأن الأنابيب الأخرى المرنة (مثل أنابيب تسريب المحاليل الوريدية) قد تؤدي إلى تشوّه كبير في شكل موجة الضغط وإلى الحصول على قياسات خاطئة للضغوط.

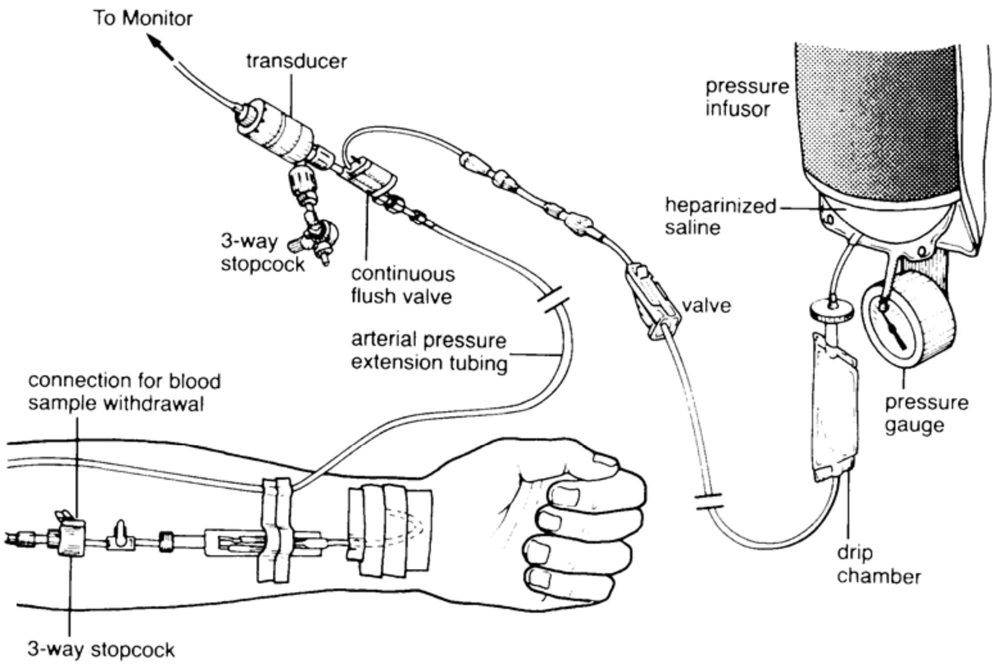
2- **ناقل الضغط pressure transducer.** هو أداة الكترونية ذات حجاب حساس للضغط يقع ضمن حجرة مليئة بالسائل يُطلق عليها اسم "القُبّة dome". يقوم الناقل بتحويل موجات الضغط إلى إشارات كهربائية يمكن لجهاز المراقبة أن يقرأها. تتوفر هذه النواقل بأشكال مُعدة للإستعمال المتكرر أو للإستعمال لمرة واحدة فقط.

3- **جهاز التضخيم والمراقبة.** تصل الإشارات الكهربائية منخفضة الفولتاج التي يقوم الناقل بتوليدها إلى هذا الجهاز، فيقوم بتضخيمها وتصفية إشارات التداخل الكهربائي الزائدة، ثم عرض موجة الضغط بدقة على الشاشة.

4- **نظام الغسيل flush system.** يتألف هذا النظام من كيس من المحلول الفيزيولوجي (يُضاف إليه الهيبارين) ذو أنبوب تسريب يتم وصله إلى القثطرة الوعائية عبر حنفية ثلاثية. يوضع كيس المحلول الفيزيولوجي ضمن كُم ضاغط يتم نفخه بحيث يُحافظ على ضغط 300 ملم زئبق. يؤدي هذا الضغط إلى تسريب حوالي 3-5 مل/ساعة من المحلول بشكل مستمر عبر قثطرة الوعائية، مما يمنع من عودة الدم بشكل راجع عبرها ويقي من تخثرها.



الشكل 1 - جهاز إلكتروني مليء بالسائل لمراقبة الضغط الشرياني.



الشكل 2 - نظام لغسيل الخط الشرياني يقوم بتسريب 3 مل/ساعة من المحلول الفيزيولوجي عبر القثطرة الشريانية.

طريقة تجميع جهاز مراقبة الضغط
1- تشغيل جهاز المراقبة. 2- تحضير المواد اللازمة، وهي تشمل: - كيس 250 مل أو 500 مل من المحلول الفيزيولوجي (يُضاف إليه الهيبارين وفقـاً لنظـام المشفى) مع أنبوب تسريب ملائم. - كُم ضاغط مناسب لكيس محلول الغسيل. - حامل (منصب) للسيروم مع حامل خاص لناقل الضغط. - مجموعة جهاز المراقبة المؤلفة من أنبوب الوصل والحنفيات الثلاثية والوصلات المناسـبة، بالإضافة إلى ناقل الضغط. - عدد من أغطية مداخل الحنفيات الثلاثية (أغطية "أنثى"). 3- تحضير نظام الغسيل: يتم ملء أنبوب التسريب بالمحلول الفيزيولوجي بتأثير الجاذبيـة إلى أن يخلو تماماً من كافة الفقاعات الهوائية. يُغلق أنبوب التسريب بالملقط، ثم يُعاد فحص كافـة أجزاء نظام الغسيل بدقة للتأكد من خلوّه تماماً من أيّة فقاعات هوائية، حتى الدقيقة منـها. يوضع كيس المحلول الفيزيولوجي ضمن الكُم الضاغط الذي يتم نفخه حتى ضغط 300 ملم

زئبق.

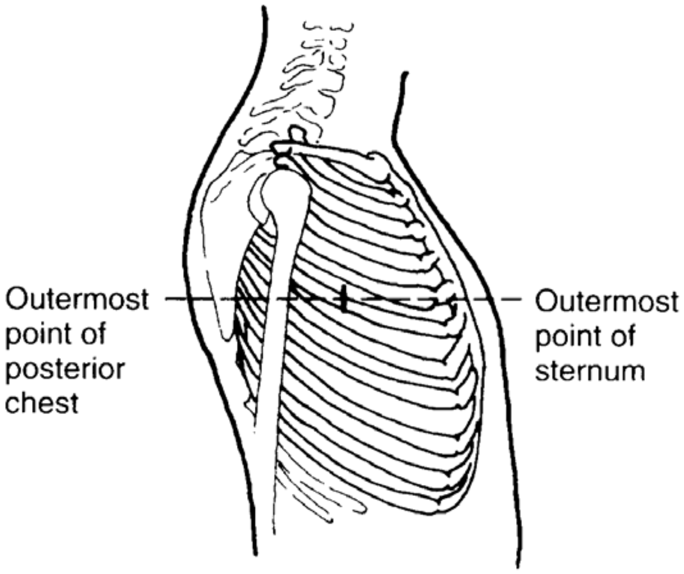
4- تحديد إرتفاع الحامل الخاص بناقل الضغط بحيث يستوي مع منتصف صدر المريض.

5- تصفير zero ومُعايرة مجموعة مراقبة الضغط المتكاملة.

6- توصل مجموعة المراقبة إلى القثطرة الشريانية المزروعة في المريض عبر حنفية ثلاثيـة، ويُرفـع الملقط عن أنبوب تسريب محلول الغسيل. يتم سحب 2-3 مل من الدم من القثطرة الشريانية عبر الحنفية الثلاثية للتأكد من خلوّها من أيّة خثرات، ثم سحب 2-3 مل من محلول الغسيل للتأكد من خلوّ أنبوب الوصل من كافة الفقاعات الهوائية. تُدار الحنفية الثلاثية بحيث يُفـتح الإتصال ما بين المريض وناقل الضغط، ويُغطى المدخل الفارغ للحنفية الثلاثية بغطاء "أنثى" مُعقم.

تحديد إرتفاع ناقل الضغط

يتم تحديد إرتفاع ناقل الضغط بحيث يقع في مستوى أفقي واحد مع كلٍ من ذروة القثطرة الشريانية المزروعـة ومع القلب (نقطة منتصف الصدر). قد يكون ذلك من الصعوبة بمكان إذا ما إتخذ المريض وضعية الجلـوس، وفي مثل هذه الحالة تجب المحافظة بإستمرار على إستواء ناقل الضغط مع نقطة منتصف الـصدر للحـد مـن الأخطاء التي قد تحدث في قياسات الضغوط (تقع ذروتي القثطرة الوريدية المركزية وقثطرة الـشريان الرئـوي أيضاً في مستوى القلب الذي يتوافق عادة مع نقطة منتصف صدر المريض المرسومة في الشكل 2).
قد يكون أحد مصادر الخطأ في قياسات الضغوط هو القيام برفع أو خفض مستوى سرير المرض أثناء العناية به دون إعادة تسوية ناقل الضغط المحمول على حامل السيروم مع نقطة منتصف صدر المريض. لـذلك، يمكـن كبديل أن نقوم بإلصاق ناقل الضغط نفسه على صدر المريض مباشرة أو على وسادته بمستوى منتصف الصدر. من المفيد أن نضع علامة بالقلم على جلد المريض تُحدد نقطة منتصف الصدر التي تم إعتمادها، وذلك لكـي نتجنب الإختلاف في نقطة الإسناد هذه ما بين أعضاء الفريق، والذي قد يـؤدي إلى التبـاين في قياسـات الضغوط.



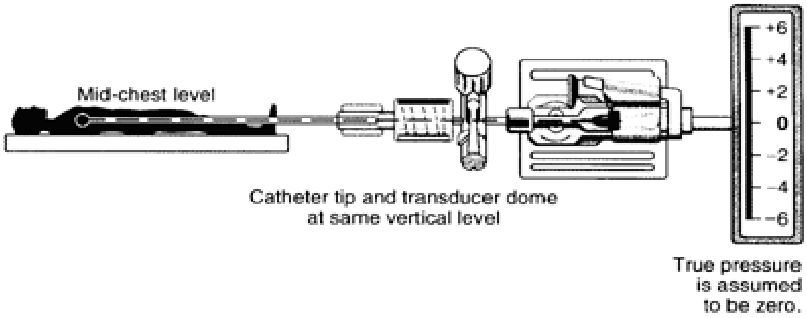
الشكل 2 - نقطة منتصف صدر المريض المعتمدة لمراقبة ضغوط الدوران، وهي تقع في منتصف المسافة ما بين سطحي الصدر الخارجيين الأمامي والخلفي.

ُينصح بتثبيت المفصل القريب من مدخل القثطرة منعاً لعطف أو فرط بسط المفصل، وبالتالي للوقاية من تزوّي القثطرة أو خروجها من مكانها. غالباً ما يستخدم الشريان الكعبري للمراقبة، وفي هذه الحالة يتم تثبيت يد المريض على لوحة خشبية بحيث تتجه الراحة نحو الأعلى، مع وضع قطعة من الشاش بين اليد واللوحة الخشبية كوسادة. يجب تجّنب فرط بسط المعصم لأن ذلك قد يسبب حدوث أذّية عصبية-عضلّية.

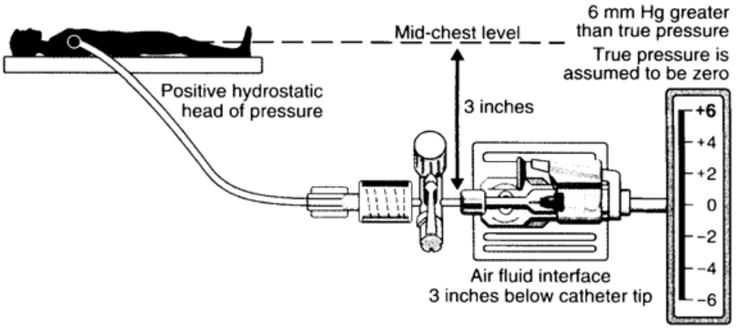
تأثيرات تغيير مستوى إرتفاع ناقل الضغط

(يشير هنا مصطلح الضغط السكوني للسائل إلى ضغط المحلول الفيزيولوجي الموجود ضمن أنبوب الوصل على الحجاب الحساس الموجود ضمن الناقل).

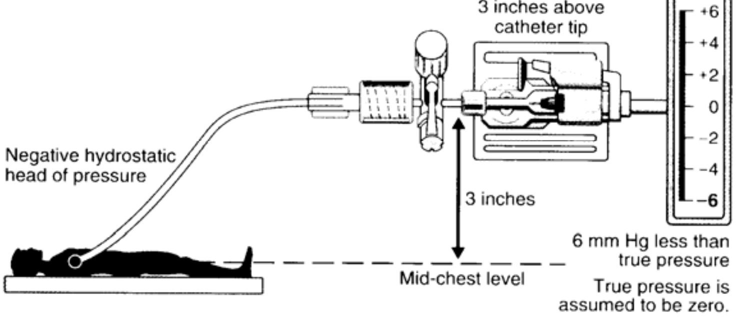
1- عندما يستوي إرتفاع ناقل الضغط تماماً مع نقطة منتصف الصدر، يتلاشى الضغط السكوني للسائل علـى الحجاب الحساس، ويعكس الضغط المقروء بدقة الضغط داخل الأوعية أو داخل القلب. ُيشترط لـذلك أن تقع نقطة المراقبة (مثلاً: الشريان الكعبري أو الشريان العضدي) أيضاً بمستوى نقطة منتصف الصدر.



2- يؤدي إنخفاض مستوى ناقل الضغط بمقدار إنش واحد (2.54 سم) عن نقطة منتصف الصدر إلى إرتفـاع الضغط السكوني للسائل بمقدار 2 ملم زئبق. بذلك فإن الضغط المقروء سيزيد بمقدار 2 ملم زئبـق عـن الضغط الحقيقي داخل الأوعية أو داخل القلب.



3- يؤدي إرتفاع مستوى ناقل الضغط بمقدار إنش واحد (2.54 سم) عن نقطة منتصف الصدر إلى إنخفـاض الضغط السكوني للسائل بمقدار 2 ملم زئبق. بذلك فإن الضغط المقروء سيقل بمقدار 2 ملـم زئبـق عـن الضغط الحقيقي داخل الأوعية أو داخل القلب.



تصفير جهاز مراقبة الضغط

ُيساعد هذا الإجراء على التخلّص من تأثير الضغط الجوّي، مما ُيعطي ناقل الضغط نقطة "صفر" ملم زئبق لبدء مراقبة الضغوط. من الضروري أن نقوم بإجراء التصفير بشكل دوري كل 4-6 ساعات، أو كلما دارت الشكوك حول دقّة الضغوط المُقاسة، لأن ناقل الضغط قد ينحرف عن نقطة الصفر بما قد يصل إلى 15 ملم زئبق خلال فترة قد لا تتجاوز 3 ساعات.

طريقة تصفير جهاز مراقبة الضغط

1- يتم التأكد من خلوّ أنابيب الوصل من أّية فقاعات هوائية.
2- ُتدار الحنفية الثلاثية بحيث ُيغلق الإتصال ما بين المريض وناقل الضغط، وُيفتح ناقل الضغط إلى الهواء.
3- يتم تفعيل وظيفة التصفير في جهاز المراقبة. تشير هنا كلٌ من موجة الضغط والقراءة الرقمية إلى القيمة صفر.
4- تعاد إدارة الحنفية الثلاثية بحيث ُيفتح الإتصال ما بين المريض وناقل الضغط. يتم التأكد مجدداً من خلوّ أنابيب الوصل من أّية فقاعات هوائية، ثم ُيغطى المدخل الفارغ للحنفية الثلاثية بغطاء "أنثى" معقم.

ُمعايرة جهاز مراقبة الضغط

المُعايرة calibration هي القيام بتطبيق ضغط معلوم على ناقل الضغط للتأكد من دقة عمل جهاز مراقبة الضغط. تتميّز معظم الأجهزة بوجود زر للمعايرة ُيرسل إلى جهاز التضخيم إشارة كهربائية معلومة مشابهة لتلك التي تصل من ناقل الضغط. تؤدي هذه الإشارة إلى ظهور إرتفاع موافق في موجة الضغط وقراءته الرقمية على الشاشة قبل عودتهما إلى الصفر عند إنتهاء الإختبار. ُينصح بتحديد درجة حساسية تساوي 200 خلال مراقبة الضغط الشرياني (الذي يتراوح ما بين 0-300 ملم زئبق)، وتساوي 40 خلال مراقبة ضغط الشريان الرئوي (الذي يتراوح ما بين 0-60 ملم زئبق). يشير نجاح هذا الإختبار إلى أن المكوّنات الإلكترونية للجهاز تعمل بشكل طبيعي، لكنه لا ينفي وجود خلل آخر في الأجزاء الأخرى من جهاز مراقبة الضغط.
لا تتطلّب نواقل الضغط المُعدّة للإستعمال لمرة واحدة المعايرة لأن الشركات الصانعة تقوم بمعايرتها بحيث تتمتع بحساسية ثابتة للضغط. تعتبر هذه النواقل موثوقة عادة، على الرغم من أنها قد تفقد حساسيتها للضغط ودقتها مع مرور الوقت. يجب أن نقوم بإستبدال الناقل عند الشك بسلامة عمله، وفي حال إستمرار هذه المشكلة فعلينا أن نستبدل الكبل وجهاز المراقبة كاملين.

مواصفات الجهاز الموثوق لمراقبة الضغط

1- البساطة. قد تُسيء كل وصلة أو حنفية زائدة إلى دقة جهاز المراقبة، وقد تزيد من إحتمال تسرّب السائل منه أو تلوّثه بالجراثيم أو دخول الفقاعات الهوائية إليه.
2- أن لا يقل قطر القثطرة الوعائية عن قياس 18 (French 7)، لأن صِغَر قطرها يؤدي إلى تخامد موجة الضغط.
3- أن يكون أنبوب الوصل قليل المطاوعة (قاسي)، وأن لا يتجاوز طوله 90-120 سم.
4- المحافظة على سلوكية القثطرة الوعائية وأنابيب الوصل باستعمال نظام الغسيل المستمر مع مراقبة الضغط داخل الكُم الضاغط.
5- خلو الجهاز من الفقاعات الهوائية والخثرات. يمكن حتى للفقاعات الهوائية الدقيقة جداً أن تُسيء إلى دقة جهاز المراقبة.
6- إبعاد أنبوب الوصل عن مجال حركة المريض. تؤدي حركة أنبوب الوصل إلى ظهور موجات تداخل مُفرطة على مخطط موجة الضغط.

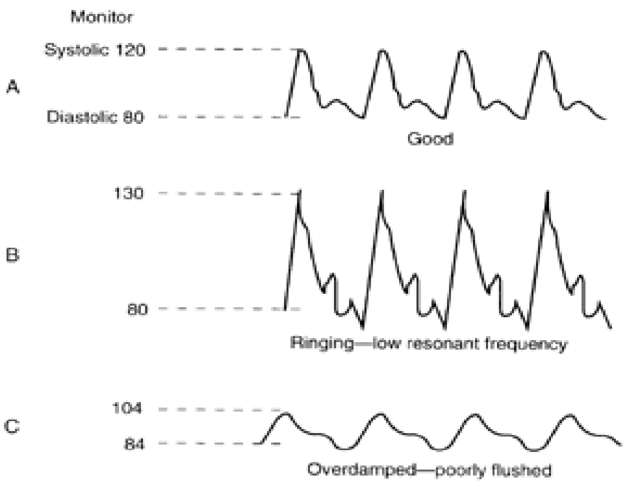
تضخم وتخامد موجة الضغط

تضخم موجة الضغط

ينتج ذلك عن فرط مطاوعة أنبوب الوصل أو عن زيادة طوله عن 90-120 سم. ينتهي في هذه الحالة الجزء الصاعد من موجة الضغط بموجة إضافية مستدقة لضغط مُفرط، تتبعها على الجزء النازل موجات عديدة مسننة أصغر حجماً تُسمى "الرنين". قد يؤدي الرنين الشديد أيضاً إلى ظهور موجة إضافية مستدقة لضغط ضعيف على الجزء الأدنى من موجة الضغط. تؤدي هذه التداخلات بمجموعها إلى المبالغة في تقدير الضغط الإنقباضي الحقيقي وإلى النقص في تقدير الضغط الإنبساطي الحقيقي.

تخامد موجة الضغط

ينتج ذلك عن وجود فقاعات هوائية في الجهاز، أو عن صِغَر قطر القثطرة الوعائية أو انسدادها بشكل جزئي (خثرة أو فقاعات هوائية). تغيب التفاصيل الدقيقة لموجة الضغط، وينقص تقدير الضغط الإنقباضي الحقيقي، ويُبالغ في تقدير الضغط الإنبساطي الحقيقي.

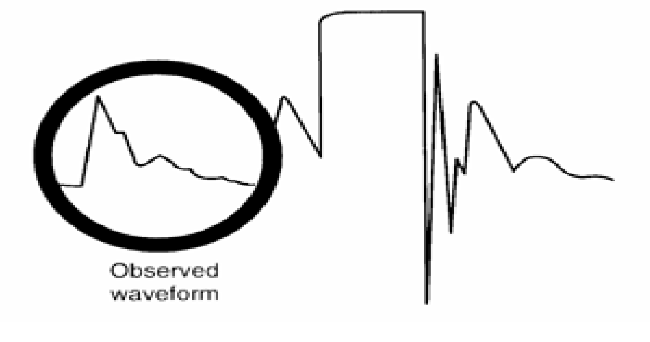


الشكل 3 – موجات الضغط الشرياني الطبيعية والمشوّهة. A، يقوم الجهاز الموثوق لمراقبة الضغط بتمثيل موجة الـضغط الشرياني بشكل جيد. B، تضخّم موجة الضغط. تؤدي موجات الضغط المُفرط الإضافية إلى المبالغة في تقـدير الـضغط الإنقباضي الحقيقي، بينما يقوم الرنين باخفاء الطبيعة الحقيقية لموجة الضغط. C، تخامد موجة الـضغط. يـؤدي غيـاب التفاصيل الدقيقة لموجة الضغط إلى نقص تقدير الضغط الإنقباضي الحقيقي والمبالغة في تقدير الضغط الإنبساطي الحقيقي.

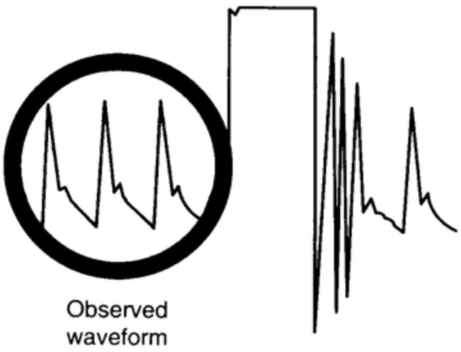
إختبار جهاز مراقبة الضغط باستعمال نظام الغسيل

يمكننا أن نختبر قدرة جهاز المراقبة على تمثيل موجة الضغط وقياساتها بدقة باسـتعمال "إختبـار الإسـتجابة الحركية". في هذه الحالة، نفتح ثم نغلق خط غسيل الخط الشرياني بسرعة مما يؤدي إلى ظهور موجة "مربعـة" على شاشة جهاز المراقبة. يساعد فحص شكل هذه الموجة على إجراء التصحيح اللازم لجهاز مراقبة الضغط.

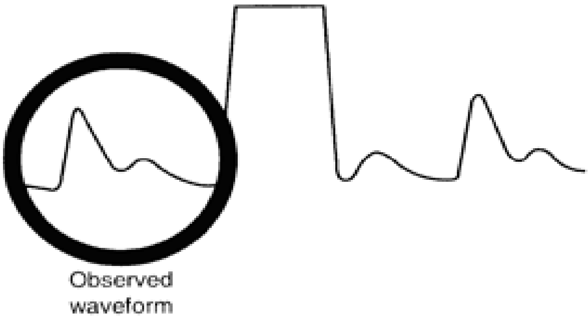
1- **إستجابة موجة الضغط السليمة للاختبار.** يؤدي الغسيل السريع للخط الشرياني إلى ظهور موجة صاعدة حادّة تنتهي بشكل خط أفقي يقع في أقصى طيف الضغط على الشاشة. يلي ذلك مباشرةً موجـة سـريعة نازلة تتجاوز خط القاعدة يتبعها ترددات قليلة خلال 0.12 ثانية (رنين محدود)، ثم العودة بسرعة إلى خـط القاعدة.



2- **إستجابة موجة الضغط المتضخمة**. تتصف الإستجابة هنا بظهور رنين شديد بعد الموجة المربعة. تحـدث مبالغة في تقدير الضغط الإنقباضي الحقيقي ونقص في تقدير الضغط الإنبساطي الحقيقي. في هـذه الحالـة، يجب أن نتأكد من خلوّ الأنابيب من الفقاعات الهوائية، وأن نستعمل أنبوب وصل أقصر وذو لمعة أوسع.



3- **إستجابة موجة الضغط المتخامدة**. يتباطأ صعود الموجة الصاعدة بعض الشيء، ولا تتجاوز الموجة النازلـة خط القاعدة، ويغيب الرنين بعدها. ينقص تقدير الضغط الإنقباضي الحقيقي، ويُبالغ في تقـدير الـضغط الإنبساطي الحقيقي، وتغيب التفاصيل الدقيقة لموجة الضغط. قد تنجم المشكلة عن وجود تزوّي في أنبـوب الوصل. علينا أيضاً أن نتأكد من خلوّ القثطرة الوعائية وأنابيب الوصل من فقاعات الهواء أو الخثرات، وأن نستعمل أنبوب وصل قليل المطاوعة وقصير.



طريقة أخذ عينات الدم من القثطرة الشريانية
1- تُغسل اليدين ويتم إرتداء كفوف بلاستيكية. 2- تُستعمل الحنفية الثلاثية الأقرب إلى القثطرة الشريانية. يُنـزع غطاء "الأنثى" المعقـم عـن

مدخل الحنفية، وتتم حماية عقامة الغطاء بوضعه على قطعة من الشاش المعقم.

3- يوصل حاقن معقم إلى المدخل المفتوح للحنفية، وتُدار الحنفية بحيث يُفتح إتصال الحاقن مع القثطرة الشريانية.

4- يتم سحب 3-6 مل من خليط الدم مع سائل الغسيل ببطء ثم التخلّص منها.

5- يوصل حاقن معقم جديد إلى مدخل الحنفية الثلاثية. يتم سحب العينة المرغوبة من الدم ببطء، ثم يُنزع الحاقن عن الحنفية الثلاثية.

6- تُدار الحنفية بحيث يُفتح إتصال نظام الغسيل مع المدخل المفتوح للحنفية الثلاثية، ويُفتح نظام الغسيل للتخلّص من الدم الموجود في مدخل الحنفية.

7- تُدار الحنفية بحيث يُفتح إتصال نظام الغسيل مع القثطرة الشريانية، ويُفتح نظام الغسيل لمدة 1-3 ثواني بحيث تمتلئ القثطرة الشريانية بمحلول الغسيل.

8- يُعاد إغلاق مدخل الحنفية الثلاثية بغطاء "الأنثى" المعقم.

طريقة نزع القثطرة الشريانية

1- يُنزع الضماد، ويتم فحص مدخل القثطرة والنسيج المحيط به.

2- يوصل حاقن معقم إلى القثطرة بهدف رشف أيّة خثرات قد توجد داخل القثطرة أو داخل الشريان.

3- يتم الضغط بقوة قبل وبعد مدخل القثطرة أثناء نزعها، مع السحب بشكل مستمر على الحاقن.

4- نستمر بالضغط باليد بقوة على مدخل القثطرة لمدة 10 دقائق على الأقل، أو لمدة أطول عند المرضى المصابين بإضطرابات التخثر أو المُعالجين بالمميعات.

5- بعد الإنتهاء من فترة الضغط باليد، يتم تطبيق ضماد ضاغط صغير.

6- يُعاد فحص مدخل القثطرة بشكل متكرر في الساعات القليلة الأولى بعد نزعها بحثاً عن أيّة علامات لحدوث نزف داخلي أو خارجي.

13- مراقبة الضغوط داخل القلب ونتاج القلب

الضغط الوريدي المركزي

الضغط الوريدي المركزي هو الضغط داخل الأوردة الصدرية الكبيرة والذي ينجم عن الجريان الدموي الوريدي العائد إلى القلب. يفيد قياس الضغط الوريدي المركزي في تقييم حجم الدم في الدوران ووظيفة البطين الأيمن. يتراوح الضغط الوريدي المركزي الطبيعي ما بين 0-8 ملم زئبق. يشير هبوط الضغط الوريدي المركزي عادة إلى نقص حجم الدم في الدوران، بينما يشير إرتفاع الضغط الوريدي المركزي إلى فرط حجم الدم في الدوران أو إلى ضعف قلوصيّة القلب.

يتم قياس الضغط الوريدي المركزي بواسطة قثطرة يتم إدخالها عبر أحد الأوردة المركزية (عادة الوريد تحت الترقوة أو الوريد الوداجي الباطن) إلى أن تصل ذروتها إلى الوريد الأجوف العلوي، وتوصل هذه القثطرة إلى جهاز المراقبة الإلكترونية المباشرة للضغط. يتم تحديد إرتفاع ناقل الضغط بحيث يقع مع نقطة منتصف صدر المريض (والتي تتوافق عادة مع ذروة القثطرة الوريدية المركزية) في مستوى أفقي واحد، ويُنصح بوضع المريض بوضعية نصف الجلوس بزاوية 45^{o} إذا ما سمحت حالته الطبية بذلك.

أنواع القثاطر الوريدية المركزية

يتوفر الآن طيف واسع من القثاطر ذات اللمعة الوحيدة أو اللمعات المتعددة، والمصنوعة من مواد مختلفة للإستعمال وفقاً للحاجة السريرية.

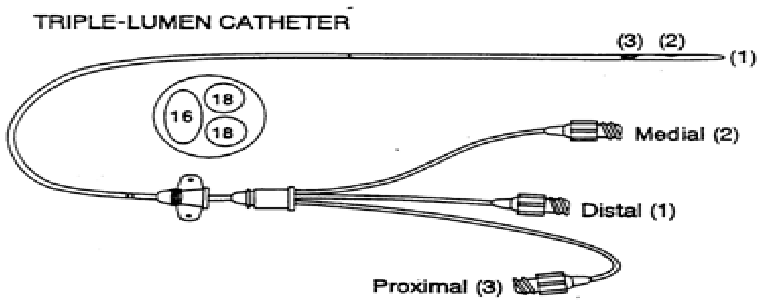
1- **عدد لمعات القثطرة**: كانت القثاطر الوريدية المركزية في الماضي تحتوي على لمعة وحيدة فقط، لكن ذلك كان يعني أن قياس الضغط الوريدي يستلزم الإيقاف المؤقت لكل تسريب لمحلول أو دواء عبرها. أكثر ما يُستخدم في الوقت الحاضر هي القثاطر ذات اللمعات العديدة، والتي تنتهي كل منها بفوهة مستقلة للحقن. تفيد هذه القثاطر في القيام بإجراءات عديدة في آن واحد: قياس الضغط الوريدي المركزي، سحب عينات الدم، حقن أدوية عديدة لا يمكن مزجها، حقن السوائل الوريدية والدم، والتغذية الوريدية.

2- **مواصفات المادة التي صنعت منها القثطرة:** يتم إختيار المادة وفقاً للحاجة السريرية، وتشمل مواصفات هذه المواد على ما يلي:

- القدرة على تحريض الإرتكاس الموضعي. أكثر المواد قدرة على تحريض الإرتكاس الموضعي هي البولي فينيل كلورايد polyvinyl chloride، والبولي بروبيلين polypropylene، والبولي إيثيلين

polyethylene، وبالتالي فهي الأكثر عُرضة لأن تسبب حدوث إلتهاب الوريد أو خُثار القثطـرة. بالمقابل، فان أقل القثاطر قدرة على تحريض الإرتكاس والخُثار هي تلك المصنوعة من السيليكون.

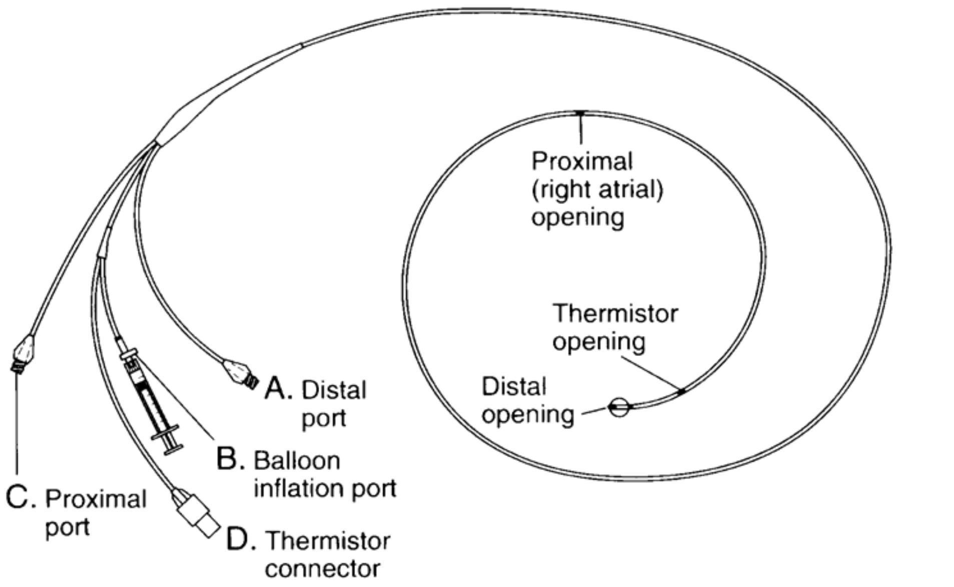
- المرونة. أكثر القثاطر قساوة هي المصنوعة من التفلون teflon وأكثرها مرونة هـي المـصنوعة مـن السيليكون. لاشك أن دفع القثاطر القاسية عبر طبقات الجلد أسهل من القثاطر المرنة الـتي تتطلّـب إستعمال الدليل المعدني، لكنها أكثر عُرضة للتسّبب بإنثقاب وعاء دموي أو جدار القلب.



الشكل 1 – القثطرة ثلاثية اللمعات، وهي أكثر القثاطر الوريدية المركزية إستعمالاً في الوقت الحاضر.

قثاطر الشريان الرئوي

قثطرة الشريان الرئوي (سوان-غانز) هي قثطرة متعددة اللمعات تحمل في ذروتها بالون قابل للنفخ. يتم إدخال هذه القثطرة عبر أحد الأوردة المركزية (عادة الوريد تحت الترقوة أو الوريد الوداجي البـاطن) إلى أن تـصل ذروتها إلى الأذينة اليمنى، ثم ُينفخ البالون الذي تحمله في ذروتها. يقوم تيار الدم المتدفق بتوجيه البـالون عـبر الجانب الأيمن من القلب إلى أن يصل إلى الشريان الرئوي. تسمح هذه القثطرة بقياس ضغوط الأذينة الـيمنى والشريان الرئوي والضغط الإسفيني الشعري-الرئوي (الذي يعكس ضغط الأذينة اليسرى)، كما تسمح هذه القثطرة بقياس إشباع الدم الوريدي بالأوكسجين وبقياس نتاج القلب الأيمن.



الشكل 2 – نموذج لأكثر قثاطر الشريان الرئوي إستعمالاً، وهي ذات 4 لمعات ومُشعر حراري لقياس نتاج القلب بطريقة الحقن.

المواصفات العامة لقثاطر الشريان الرئوي

تشترك النماذج مختلفة لقثاطر الشريان الرئوي بقدرتها على قياس ضغط الشريان الرئوي والـضغط الإسـفيني الشعري-الرئوي، وتختلف عن بعضها بعدد اللمعات داخلها وبوظائف إضافية يتم إختيارها وفقاً لحالة المريض.

أما المواصفات العامة لقثاطر الشريان الرئوي فهي:

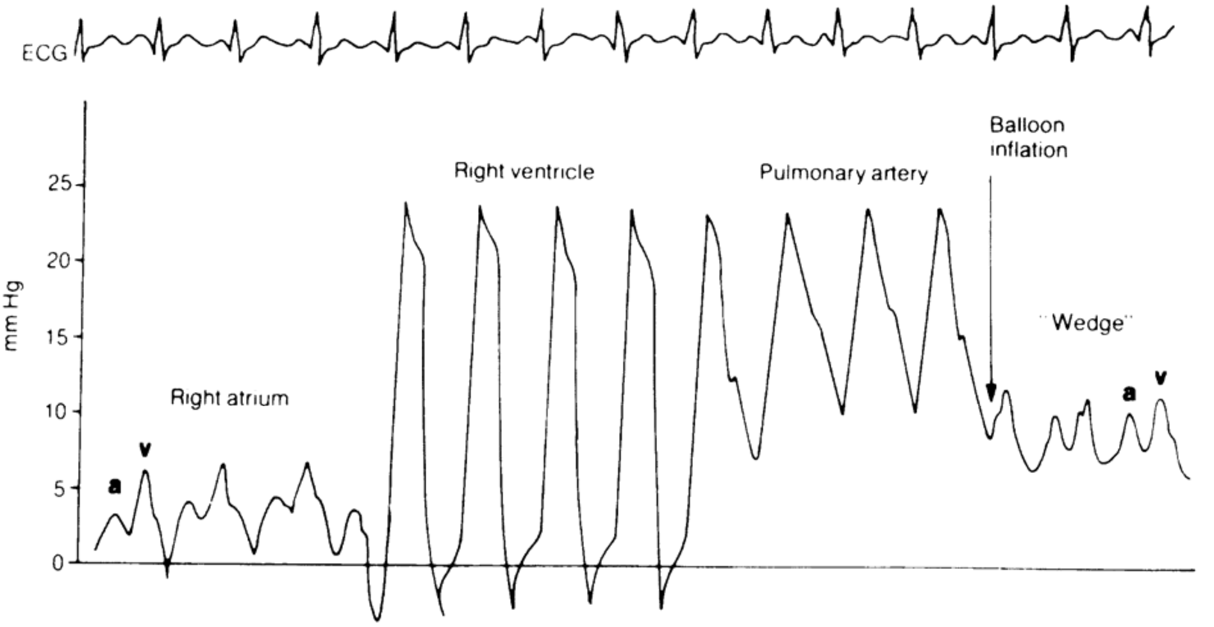
1- الطول: 60-110 سم
2- القطر: 4-8 فرنش
3- سعة البالون: 0.5-1.5 مل
4- قطرالبالون: 8-13 مم
5- مادة الصنع: البولي فينيل كلورايد polyvinyl chloride
6- التدريجات: يحمل جسم القثطرة طوقاً غامقاً كل 10 سم بدءاً من الذروة. يساعد ذلك في تقـدير موقـع ذروة القثطرة داخل القلب.
7- الملحقات الاختيارية:
   - مُشعر حراري لقياس نتاج القلب بطريقة الحقن.
   - مُشعر حراري لقياس نتاج القلب بشكل مستمر.
   - ألياف بصرية لقياس إشباع الأوكسجين في الشريان الرئوي.
   - أسلاك تنبيه القلب بناظم الخطى.

تغيرات مخطط الضغوط أثناء عبور قثطرة الشريان الرئوي

1- الدخول في الأذينة اليمنى، حيث يتراوح الضغط الطبيعي ما بين 0-8 ملم زئبق.

2- الدخول في البطين الأيمن. يحدث تغّير كبير في شكل مخطط الضغط، ويتراوح الضغط الإنقباضي ما بين 15-25 ملم زئبق، والضغط الإنبساطي ما بين 0-8 ملم زئبق.

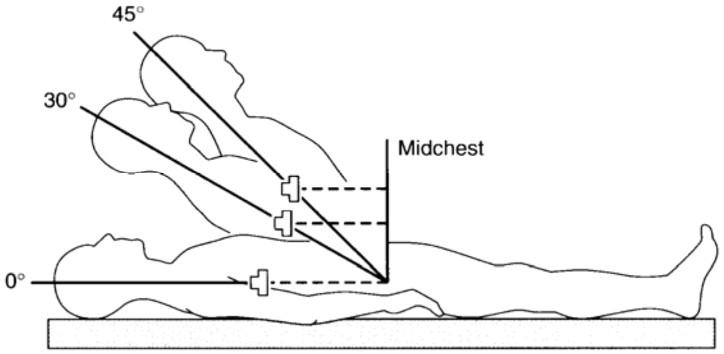
3- الدخول في الشريان الرئوي. يرتفع الضغط الإنبساطي عما كان عليه في البطين الأيمن ليصبح 6-12 ملم زئبق، وتظهر ثلمة حادة على الموجة النازلة.



الشكل 3 – تغيرات موجة الضغط التي تنقلها ذروة قثطرة الشريان الرئوي من الأذينة اليمنى، والبطين الأيمن، والشريان الرئوي، والضغط الإسفيني الشعري-الرئوي (بالترتيب).

قياس ضغط الشريان الرئوي

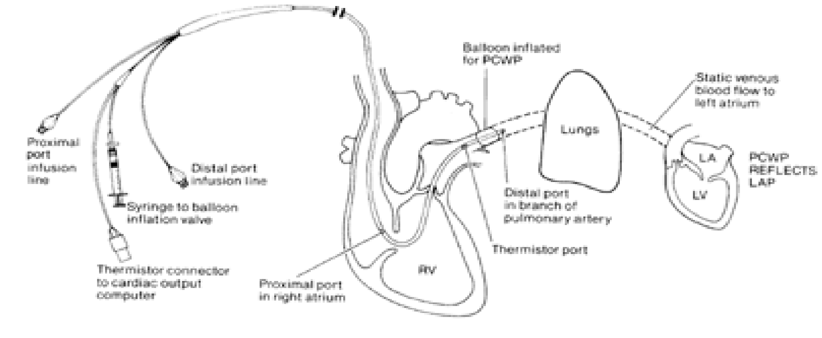
ُيقاس ضغط الشريان الرئوي عادة بوضعية الإستلقاء، ويتم تحديد إرتفاع ناقل الضغط بحيث يقع مع نقطة منتصف صدر المريض (والتي تتوافق عادة مع ذروة قثطرة الشريان الرئوي) في مستوى أفقي واحد. كذلك، يجب أن يتم التأكد من إستواء ناقل الضغط مع نقطة منتصف الصدر في حال إتخاذ المريض لوضعية نصف الجلوس.



الشكل 4 - يجب أن يتم التأكد من إستواء ناقل الضغط مع نقطة منتصف الصدر كلما تم تغيير وضعية ظهر المريض.

قياس الضغط الإسفيني الشعري-الرئوي

يتم قياس الضغط الإسفيني الشعري-الرئوي بنفخ البالون الذي تحمله القثطرة في ذروتها. يؤدي إنتفاخ البالون إلى إنغلاق الشريان الرئوي المحيطي وتشكّل عمود ساكن من الدم مابين ذروة القثطرة والأذينة اليسرى، وبذلك فان الضغط المقروء يعكس قراءة ضغط الدم في الأذينة اليسرى. يتغيّر مخطط الضغط أثناء قياس الضغط الإسفيني الشعري-الرئوي بشكل كبير عما كان عليه أثناء مراقبة ضغط الشريان الرئوي. يتراوح الضغط الإسفيني الشعري-الرئوي الطبيعي ما بين 4-12 ملم زئبق.

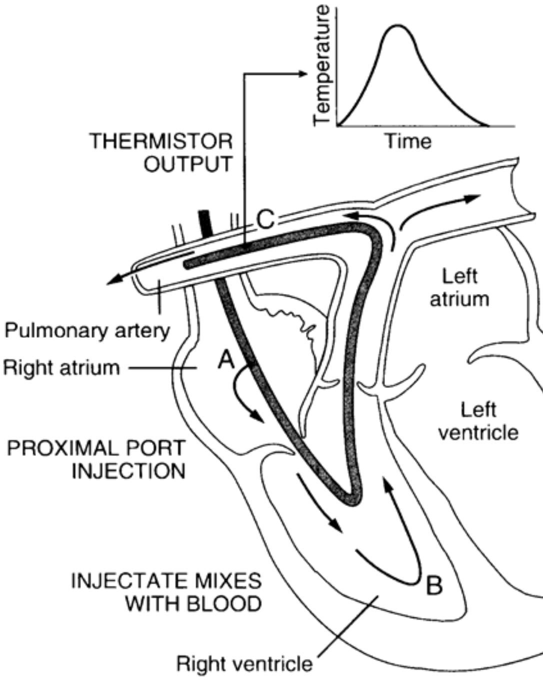


الشكل 6 – يتم قياس الضغط الإسفيني الشعري-الرئوي بنفخ البالون الذي تحمله القثطرة في ذروتها. يؤدي إنتفاخ البالون إلى تشكّل عمود ساكن من الدم مابين ذروة القثطرة والأذينة اليسرى، وبذلك تستطيع القثطرة قراءة ضغط الدم في الأذينة اليسرى.

قياس نتاج القلب

نتاج القلب هو كمية الدم التي يقوم القلب بضخها إلى الدوران كل دقيقة، وهو يتأثر يتـأثر بحالـة الجـسم الإستقلابية وبوظيفة العضلة القلبية. ُتستخدم قثطرة الشريان الرئوي لقياس نتاج القلب بالإعتماد على مبـدأ التمدد الحراري:

تشتمل ذروة قثطرة الشريان الرئوي على ُمشعر حراري يقوم بقياس درجة حرارة الدم في الشريان الرئوي. يتم حقن 5 أو 10 مل من المحلول السكري البارد عبر اللمعة القريبة للقثطرة بحيث يدخل المحلول بسرعة إلى الأذينة اليمنى، ويقوم جهاز المراقبة بمراقبة سرعة ودرجة تبدل درجة حرارة الدم أثناء جريان المحلول البارد من البطين الأيمن إلى الشريان الرئوي، ثم يقوم بحساب نتاج القلب الذي يتوافق مع سرعة تلاشي المحلول البارد.



الشكل 7 – قياس نتاج القلب بإستخدام قثطرة الشريان الرئوي إعتماداً على مبدأ التمدد الحراري. ُيحقن المحلول البارد في الأذينة اليمنى (**A**) ليختلط كلياً مع الدم الموجود ضمن جوف البطين الأيمن (**B**). يجري الدم البارد نحو الدوران الرئـوي ليتجاوز المُشعر الحراري الوجود في ذروة قثطرة الشريان الرئوي (**C**).

إعتبارات هامة تتعلق بمحلول الحقن

1- **محلول الحقن.** المحلول المفضّل هو المحلول السكري (5%)، لأن إستعمال المحاليل الأخرى قـد يـؤدي إلى ظهور قياسات خاطئة للغاية لنتاج القلب.

2- **درجة الحرارة.** يمكن أن يكون المحلول مثلّجاً أو أن ُيعادل درجة حرارة الغرفة.

3- **الحجم.** يمكن الحصول على نتائج دقيقة بحقن 5 أو 10 مل من المحلول، أما حقن كمية أقل من 5 مل فقد يؤدي إلى ظهور قياسات مرتفعة كاذبة لنتاج القلب.

4- **سرعة الحقن.** يجب أن يتم الحقن بلطف وبسرعة خلال مدة أقل من 4 ثواني. يؤدي الحقـن المتقطّـع أو البطيء إلى ظهور قياسات مرتفعة كاذبة لنتاج القلب.

إنتانات القثاطر الوعائية

لابد في نهاية هذا الفصل من التنويه إلى خطورة تعرّض القثاطر الوعائية للإنتان، فهي تُشكّل إحدى أهم نقاط دخول الجراثيم إلى الجسم. وفي الواقع فإن الإنتانات التي تصيب هذه القثاطر تشكل 25% من كافة الإنتانات التي تحدث في المشافي.

تُشكّل أيدي الفريق التمريضي المصدر الرئيسي للتلّوث الجرثومي للقثاطر الوعائية أثناء زرعها أو إستخدامها، وطريقاً رئيسياً لإنتقال الجراثيم من مريض إلى آخر. لذلك يجب أن يُذكّر بالأهمية الكبيرة لغسيل الأيدي بالصابون والكثير من الماء ومن ثم بالكحول قبل إرتداء الكفوف وبعد نزعها، لأن الشقوق المجهرية في الكفوف قد تسمح بتلّوث الأيدي بسوائل جسم المريض أثناء العناية به، ومن ثم نقلها إلى مريض آخر.

تُعالج إنتانات القثاطر الوعائية عند حدوثها بنـزع القثطرة وبإعطاء الصادات الحيوية المناسبة.

العناية التمريضية بالقثاطر الوعائية
1- حلق الشعر المحيط بمنطقة دخول القثطرة وتعقيم الجلد بمحلول الكلورهيكسيدين. 2- تغطية منطقة دخول القثطرة بضماد عقيم، وتغيير الضماد كل 48-72 ساعة أو كلما أصيب الضماد بالرطوبة. 3- إستعمال أقل عدد ممكن من الوصلات والحنفيات الثلاثية في أجهزة مراقبة الضغط وأجهزة الحقن. 4- إستعمال المحلول الفيزيولوجي (الملحي) بدلاً من المحلول السكري لغسيل الخطوط. 5- إرتداء الكفوف المعقمة وتعقيم المداخل المختلفة للقثطرة بمحلول الكلورهيكسيدين قبل إستخدامها، ثم إغلاقها بأغطية بلاستيكية معقمة. 6- تحري ظهور أيّ من علامات الإنتان الموضعي في منطقة دخول القثطرة (الإحمرار، التورم، الألم، أو النـز). 7- نزع القثطرة الوعائية حالما تسمح حالة المريض بذلك، أو تغييرها (مع تغيير كامل الوصلات)

كل 5-7 أيام، أو قبل ذلك في حال ظهور أيّ من علامات الإنتان الموضعي.

8- إجراء الزروع الجرثومية لكافة القثاطر الوعائية بعد نزعها.

14- مراقبة الأكسجة الدموية

يعتبر مقياس الأكسجة النبضي pulse oximeter الوسيلة الرئيسية التي تستخدم للمراقبة المستمرة لإشباع الخضاب في الدم الشرياني بالأوكسجين (الـ SpO_2)، وهو يعمل بشكل غير غازي ولا يُعرّض المريض لأية خطورة.

آلية عمل مقياس الأكسجة النبضي

يشتمل هذا الجهاز على نهاية حساسة يتم تطبيقها على أحد الأصابع أو شحمة الأذن أو الأنف، وتحمل هذه النهاية مصدراً ثنائياً للضوء بالإضافة إلى مُستقبِل ضوئي. يقوم المصدر الضوئي بإطلاق موجات ضوئية ذات طولين مختلفين، إحداها حمراء والأخرى تحت حمراء. تمر هذه الموجات الضوئية عبر الشعريات الدموية النابضة، فيقوم الخضاب المُشبع بالأوكسجين بإمتصاص الكثير من الموجات الضوئية تحت الحمراء بينما يقوم الخضاب غير المشبع بالأوكسجين (الخضاب المُرجع) بإمتصاص الموجات الضوئية الحمراء بشكل أكبر. يقوم المُستقبِل الضوئي في النهاية الحساسة للجهاز بتحليل الكثافات المختلفة للموجات الضوئية الحمراء وتحت الحمراء في الضوء الذي يعبر الشعريات الدموية، ثم يقوم بتحديد نسبة الخضاب المؤكسج بالمقارنة مع نسبة الخضاب الكلّي. تظهر على لوحة الجهاز نسبة الخضاب المؤكسج بشكل رقمي، كما تظهر قوة الإشارة النابضة بشكل موجة مشابهة لموجة الجريان الدموي في الشرايين. تتراوح القيمة الطبيعية لإشباع الخضاب في الدم الشرياني بالأوكسجين ما بين 96%-99%.

العوامل التي تُنقص من دقة القراءة بواسطة مقياس الأكسجة النبضي

1- ضعف قوة الإشارة النابضة:

- وضعية سيئة للنهاية الحساسة.
- تطبيق النهاية الحساسة على الطرف الذي يحمل الخط الشرياني أو الكُم الضاغط لمقياس الضغط الأوتوماتيكي مما قد يُضعف الجريان الدموي النابض.
- تطبيق النهاية الحساسة بشكل مُفرط الإحكام.
- تحرّك المريض.

- التقبّض الوعائي المحيطي الشديد مما يؤدي إلى نقص الجريان الدموي النابض.

2- **الهبوط الكاذب لإشباع الخضاب في الدم الشرياني بالأوكسجين:**

- وجود طلاء على الأظافر.
- الجلد ذو اللون الداكن.
- فقر الدم الشديد (الهيماتوكريت أقل من 10%).

3- **الإرتفاع الكاذب لإشباع الخضاب في الدم الشرياني بالأوكسجين:**

- الإضاءة الشديدة المستعملة في غرفة العمليات.
- إرتفاع مستويات الكاربوكسي هيموغلوبين (كما في حالات التسمم بغاز أول أكسيد الكربون) أو الميتهيموغلوبين (كما في حالات المعالجة بالنترات أو الليدوكائين).

نقص إشباع الخضاب في الدم الشرياني بالأوكسجين

تتطلّب كافة حالات نقص إشباع الخضاب حتى 90% عند مرضى جراحة القلب التداخل بشكل فوري لأنها تُنذر بحدوث نقص هام في الأكسجة قد يؤدي إلى حدوث إختلاطات هامة، وذلك بسبب غياب آليات المعاوضة أو إضطراب وظائف بعض الأعضاء. يمكن القول عموماً بأن:

1- نقص إشباع الخضاب حتى 85%-90% يتماشى مع حدوث نقص أكسجة معتدل في الأنسجة.

2- نقص إشباع الخضاب حتى 75%-85% يتماشى مع حدوث نقص أكسجة هام وواسع في الأنسجة. **يتطلّب ذلك التطبيق الفوري للمعالجة بالأوكسجين وإخبار الطبيب الذي يقوم بإجراء الإستقصاءات اللازمة والتداخل بشكل فوري.**

3- نقص إشباع الخضاب حتى 75% أو أقل يتماشى مع حدوث نقص أكسجة شديد يُنذر بحدوث توقف القلب خلال دقائق.

الإستعمال الصحيح لمقياس الأكسجة النبضي
1- فحص النهاية الحساسة والكبل للتأكد من سلامتهما من الأعطاب قبل الإستعمال. 2- إختيار نقطة دافئة ذات تروية شعرية جيدة لتطبيق النهاية الحساسة، وتجّنب تطبيقهـا علـى المناطق المتوذمة أو على الطرف الذي يحمل الخط الشرياني أو الكُم الضاغط لمقياس الضغط الأوتوماتيكي. 3- إستعمال الكحول لتنظيف نقطة المراقبة المُنتقاة. 4- التأكد من توضّع المصدر والمُستقبِل الضوئيين بشكل متقابل. 5- تنظيف النهاية الحساسة والكبل بالمادة المُعقمة المُعتمدة في المشفى بعد الإنتهاء من إسـتعمال مقياس الأكسجة.

15- العناية بالمريض أثناء العمل الجراحي

البدء بالتخدير

يتعرّض المريض منذ دخوله إلى غرفة العمليات وحتى الإنتهاء من زرع القثاطر الوعائية اللازمة لوطأة نفسية شديدة يرافقها تسرّع ضربات القلب وإرتفاع الضغط الشرياني. لذلك يجب تطبيق وسائط المراقبة غير المباشرة للضغط الشرياني ومقياس الأكسجة النبضي ومراقبة تخطيط القلب الكهربائي فور وصول المريض إلى غرفة العمليات.

يمكن لحدوث نقص أكسجة العضلة القلبية أثناء البدء بالتخدير أن يؤدي إلى حدوث إضطرابات النظم أو الإحتشاء الحاد. تهدف المناورات التخديرية المختلفة إلى تجنّب التسبب بهبوط الضغط الشرياني أو نقص الأكسجة، وذلك بهدف للمحافظة على أكسجة كافية للعضلة القلبية. يقوم طبيب التخدير بعد ذلك بتنبيب المريض عن طريق الفم. يتم إختيار أنبوب رغامي ذو قياس مناسب لحجم المريض، وهو يتراوح عادة ما بين 7.5-8.5 عند الإناث البالغات، وما بين 8.5-9.5 عند الذكور البالغين. يتم أيضاً زرع عدد من القثاطر الضرورية: قثطرة وريدية مركزية لمراقبة ضغوط الإمتلاء، قثطرة شريانية كعبرية لمراقبة الضغط الشرياني الجهازي وللحصول على عينات من الدم الشرياني، قثطرة بولية لمراقبة نتاج البول، وقثاطر وريدية محيطية تستعمل لحقن الأدوية.

التحضير الجراحي للمريض

أكثر وضعيات المريض المستخدمة أثناء عمليات القلب الجراحية هي وضعية الإستلقاء على الظهر لأنها تؤمن سهولة الوصول إلى جدار الصدر الأمامي بكامله بالإضافة إلى المنطقة الإربية والساقين. تستخدم وضعية الإستلقاء الجانبي الأيسر في العمليات التي تتطلّب الوصول إلى الأبهر الصدري النازل.

يقوم الجراح بتعقيم الجلد بأحد المحاليل المضادة للجراثيم (اليود أو الكلورهيكسيدين)، وعلى الرغم من أن فعالّية اليود (البوفيدون، البيتادين) في القضاء على الفعالية الجرثومية تستمر لفترة أطول من فعالّية الكلورهيكسيدين (8 ساعات لليود بالمقارنة مع 4 ساعات للكلورهيكسيدين)، إلا أن إستعمال اليود قد يسبب إرتكاسات تحسسية عند بعض المرضى.

يتم تحضير وتعقيم الجلد في المنطقة الإربية عند كافة المرضى وذلك لتسهيل الوصول إلى الشرايين الفخذية عند الحاجة لزرع خط إضافي لمراقبة الضغط الشرياني أو لزرع بالون الأبهر ذو النبضان المعاكس. يتم كذلك تحضير الساقين حتى القدمين في الحالات التي سيتم فيها حصاد الطعوم من الوريد الصافن.

تغطية المريض

تتم تغطية المريض أثناء العمل الجراحي مع الإنتباه إلى الشروط التالية:

- كشف منطقة العمل الجراحي بشكل مناسب للجرّاح.
- المحافظة على تعقيم ساحة العمل الجراحي والأدوات وأنابيب دارة القلب-الرئة الإصطناعية.
- التأكد من ربط أنابيب الدارة بإحكام.
- التأكد من سهولة وسرعة الوصول إلى الأنابيب والكبلات اللازمة.

فتح القص الناصف

تُجرى معظم عمليات القلب الجراحية عبر فتح القص الناصف. يؤمن هذا الشق للجرّاح سهولة الوصول إلى كافة أجواف القلب، كما أنه أقل الشقوق إحداثاً للألم ولخلل الوظيفة التنفسية بعد العمل الجراحي. يتوضع الشق الجلدي في الخط الناصف، ويمتد من الثلمة فوق القص وحتى نهاية الذيل الخنجري للقص. يلي ذلك شطر عظم القص باستخدام منشار كهربائي أو هوائي خاص. عند الإنتهاء من إجراء العمل الجراحي، يقوم الجرّاح

بإعادة تثبيت شطري عظم القص بواسطة 6-8 أسلاك معدنية تحيط بعظم القص، وُتترك هذه الأسلاك لتبقى بشكل دائم في جسم المريض.
تتطلّب بعض الحالات المرضّية إعادة فتح القص لإجراء عمل جراحي ثاني، وهذا الإجراء أكثر صعوبة من فتح القص للمرة الأولى وذلك بسبب الإلتصاقات الكثيفة التي تتشكّل بين سطح القلب والأوعية الكبيرة من جهة، والوجه الخلفي لعظم القص من جهة أخرى.

دارة القلب - الرئة الإصطناعية

دارة القلب-الرئة الإصطناعية هي جهاز يستخدم لدعم الدوران والتنفس عند المريض أثناء جراحة القلب المفتوح. تقوم الدارة بنـزح الدم الوريدي من الأذينة اليمنى (أو من الوريدين الأجوفين العلوي والسفلي) إلى جهاز "المؤكسج" الذي يقوم بأكسجته ثم إعادته إلى الشريان الأبهر. يقوم خبير الدارة بتجميع دارة القلب-الرئة الإصطناعية من مكوّنات عديدة ُمعدّة للإستعمال لمرة واحدة، ثم تتم تعبئة أنابيب الدارة بمحلول فيزيولوجي ُيضاف إليه الدم في حال إصابة المريض بفقر الدم.
لابد من تمييع دم المريض بشكل كامل باستعمال دواء الهيبارين heparin وذلك لمنع تخثر الدم داخل الدارة، والذي قد يحدث بسبب تعرّض الدم للسطوح الداخلية الغريبة لأنابيب الدارة. يتم عادة التأكد من كفاية درجة التمييع بالهيبارين بقياس زمن التخثر المُفَعل (إختبار الـ ACT). ُيكرر الإختبار بشكل دوري أثناء إستعمال الدارة، وُتعطى جرعات إضافية من الهيبارين بهدف المحافظة على زمن ACT يقارب الـ 500 ثانية (ثلاثة أضعاف القيمة الطبيعية).
ُيستخدم دواء البروتامين protamine في نهاية العمل الجراحي لمعاكسة تأثيرات الهيبارين. ُيعطى البروتامين عادة بجرعة 1-1.3 ملغ من البروتامين لكل 100 وحدة من الهيبارين تم إعطاؤها أثناء العمل الجراحي، ثم ُيعاير زمن الـ ACT لتحرّي الحاجة لإعطاء جرعة إضافية من البروتامين. ُيحقن الدواء ببطء شديد بهدف الحد من إحتمال حدوث إرتكاس دوائي. يتظاهر هذا الإرتكاس عادة على شكل إرتفاع مفاجئ وكبير في ضغط الشريان الرئوي مع هبوط في الضغط الشرياني.

التأثيرات الجانبية لدارة لقلب - الرئة الإصطناعية

يؤدي إستعمال الدارة إلى حدوث تغيّرات فيزيولوجية وكيميائية هامة في الجسم قد يكون لها إنعكاسات كبيرة على متطلّبات العناية بالمريض بعد العمل الجراحي. يؤدي تعرّض الدم للسطوح الداخلية الغريبة لأنابيب الدارة إلى حدوث إستجابة إلتهابية جهازية معممة، وتؤدي هذه بالتالي إلى تسرّب السوائل من الشعريات الدموية إلى الأنسجة الخلالية، وإرتفاع درجة الحرارة، وإلى درجة من القصور التنفسي والكلوي. يؤدي إستعمال الدارة

أيضاً إلى الميل للنـزف بسبب تناقص تعداد الصفيحات في الدم وضعف وظيفتها، وبسبب نقص تركيز عوامل التخثر في الدم.

تبريد الجسم

ُتستخدم طريقة التبريد في بعض عمليات القلب المفتوح للحماية من الأذيات التي قد تنجم عن نقص التروية الدموية أثناء العمل الجراحي، وذلك لأن إنخفاض درجة حرارة الجسم يؤدي إلى تناقص كبير في معدّلات الإستقلاب وإستهلاك الأوكسجين في الجسم. ُتعاد تدفئة المريض حتى درجة الحرارة الطبيعية قبل فطام المريض عن دارة القلب-الرئة الإصطناعية.

المحلول الشالّ للعضلة القلبية

تتخلل بعض عمليات القلب الجراحية فترات تنقطع فيها التروية الدموية عن القلب، ويستلزم ذلك تطبيق طرائق خاصة لحماية القلب من الأذية التي قد تنجم عن نقص التروية الدموية. تعتبر تروية الشرايين الإكليلية بالمحلول الشالّ للعضلة القلبية إحدى أفضل هذه الطرق.
يحتوي المحلول الشالّ للعضلة القلبية على تركيز مرتفع من البوتاسيوم الذي يقوم بتثبيط عملية زوال إستقطاب الغشاء الخلوي للخلية العضلّية القلبية ويمنع من تشكّل كمون العمل فيه. يؤدي ذلك إلى تثبيط الفعالية الكهربائية للعضلة القلبية، وبالتالي إلى تناقص كبير في معدّل الإستقلاب وإستهلاك الأوكسجين في القلب. بالإضافة إلى ذلك فإن القلب يتوقف بحالة الإنبساط والإسترخاء، مما يسمح للجرّاح بإجراء العمل الجراحي الدقيق في ساحة جراحية هادئة.

جهاز حفظ الكريات الحمر Cell saver

يمكن الحد من الحاجة إلى نقل الدم الغيري للمريض عبر إجراء إعادة نقل الدم المهدور أثناء العمل الجراحي وبعده. أثناء العمل الجراحي، يتم تجميع الدم المهدور وإعادته إلى المريض بواسطة جهاز القلب-الرئة الإصطناعية خلال فترة إستعمال الهيبارين، أما قبل إستعمال الهيبارين وبعد معاكسته بالبروتامين فلا يمكن إستعمال الدارة بسبب خطر تشكّل الخثرات ضمنها. يمكن المحافظة على الدم المهدور في هذه المرحلة وفي وحدة العناية المشددة باستعمال جهاز حفظ الكريات الحمر. ُيقلل إستعمال هذا الجهاز من الحاجة لنقل الدم الغيري بنسبة كبيرة.
يتضمن عمل جهاز حفظ الكريات الحمر أربعة مراحل رئيسية:

1- **جمع الدم من ساحة العمل الجراحي.** يُجمع الدم المهدور من ساحة العمل الجراحي (في غرفة العمليات) أو من مفجرات الصدر (في وحدة العناية المشددة) بواسطة مِمَص ذو لمعتين. تقوم اللمعة الأكبر بتطبيق الضغط السلبي اللازم لسحب الدم، بينما تحمل اللمعة الأصغر إلى ذروة المِمَص محلولاً ملحياً مع الهيبارين (10.000-100.000 وحدة من الهيبارين/ليتر). يسمح هذا المحلول بتمييع الدم المُرتشف من ساحة العمل الجراحي بشكل مباشر. يعود الدم المُرتشف إلى مستودع يقوم بتصفيته من الخثرات والجزيئات الأخرى.

2- **التخلّص من المصورة.** ينتقل الدم إلى علبة تثفيل تتألف من قطعتين، تبقى الداخلية منهما ثابتة بينما تكون القطعة الخارجية قادرة على الدوران وتتضمن حجرة العمل الرئيسية. يؤدي تثفيل الدم ضمن هذه الحجرة إلى إنفصال مكوّناته وفقاً لكثافتها، فتنطلق المكوّنات الأكثر كثافة (وهي الكريات الحمر) نحو المحيط، بينما تسبح المكوّنات الخفيفة الأقل كثافة (وهي المصورة) نحو الداخل بإتجاه مركز العلبة، لتغادرها عبر مخرج خاص ويتم التخلص منها.

3- **تخزين كريات الدم الحمراء المقطوفة.** يُحقن المحلول الملحي ضمن حجرة العمل الرئيسية عندما تمتلئ بالكريات الدموية الحمراء ليقوم بغسيل الكريات من الجزيئات العالقة والخضاب الحر والمصورة وما تبقى من الهيبارين. يتم التخلص من محلول الغسيل عبر المخرج ثم تجميع الكريات الحمراء المغسولة في كيس خاص، حيث يصل تركيز الهيماتوكريت فيه إلى حوالي 70%.

تعتمد معظم الأجهزة المتوفرة حالياً على مجموعة أجزاء معدّة للإستعمال لمرة واحدة تتضمن علبة التثفيل وكيس التجميع وكيس الفضلات. على الرغم من التطوّر الكبير في أجهزة حفظ الكريات، إلاّ أن هذه الأجهزة ما تزال غير قادرة على التخلّص بشكل كامل من الجراثيم والخلايا الخبيثة ومن بعض الأدوية، لذلك يجب تجّنب إستخدام هذه الأجهزة لجمع الدم المهدور من المريض المُصاب بإنتان أو خباثة في ساحة العمل الجراحي.

إنتقال المريض إلى وحدة العناية المشددة

عند إنتهاء العمل الجراحي، يقوم طبيب التخدير بإبلاغ الطاقم التمريضي في وحدة العناية المشددة عن حالـة المريض والأدوية والمحاليل الوريدية التي يتم تسريبها والمعايير المطلوبة في المنفسة الإصطناعية. يجب تأجيل عملية نقل المريض إلى وحدة العناية المشددة في حال عدم إستقرار حالته الدورانية، وفي هذه الحالة يقـوم الطبيـب بتطبيق المعالجة الدوائية اللازمة وبتدبير المريض في غرفة العمليات إلى أن يتحقق إستقرار حالته الدورانية.

تتم تهوية المريض يدوياً بالأوكسجين 100% خلال عملية النقل من غرفة العمليات إلى وحدة العناية المشددة، ويُراقب تخطيط القلب الكهربائي والضغط الشرياني باستمرار بواسطة جهاز المراقبة المحمول. تتطلّـب عمليـة

النقل هذه دوماً وجود طبيب التخدير وأحد أعضاء الفريق الجراحي، بالإضافة إلى إثنين (على الأقـل) مـن عناصر الفريق التمريضي. من المشاكل الشائعة التي قد تحدث خلال عملية نقل المريض:

1- الهبوط المفاجئ في الضغط الشرياني بسبب حركة السوائل عند تحريك المريض.

2- الإرتفاع الشديد في الضغط الشرياني بسبب بدء صحو المريض من التخدير.

3- نزع التنبيب الرغامي بسبب الشد على الأنبوب.

4- توقف أو تبدّل سرعة تسريب الأدوية الوريدية.

16- العناية التمريضيّة بعد العمل الجراحي

قبول المريض في وحدة العناية المشددة

من المعتاد أن تشترك في قبول المريض في وحدة العناية المشددة ممرضتان أو ثلاث بحيث يمكـن إنجـاز المهـام الضرورية بسرعة ومعالجة المشاكل المفاجئة بشكل فوري. يتبع قبول المريض في وحدة العناية المشددة نظامـاً صارماً، وأولويات هذا النظام هي:

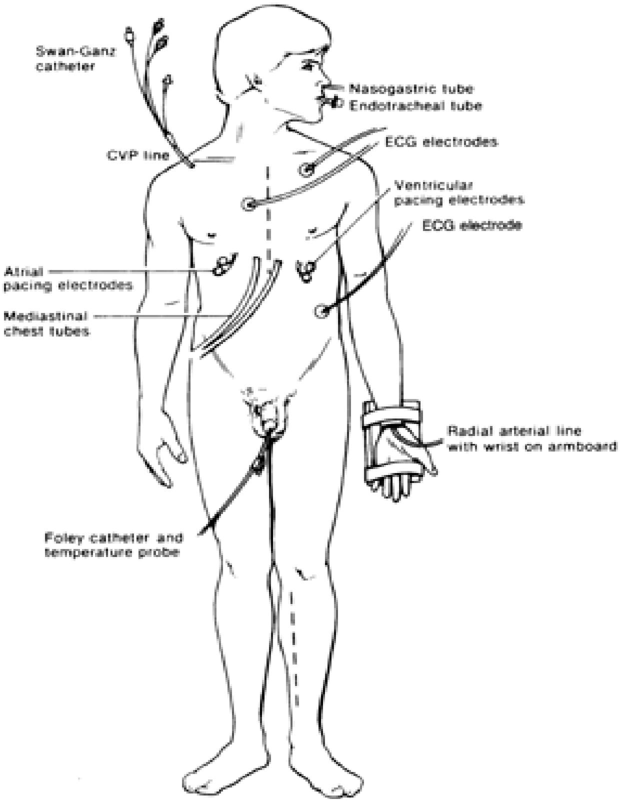
1- **إستعادة التهوية الآلية.** تُعاير المنفسة الإصطناعية بالقيم التي تناسب المريض قبـل وصـوله بحيث تمكن المباشرة بالتهوية الآلية فور دخوله إلى وحدة العناية المشددة.

2- **إستعادة وسائط المراقبة والتأكد من سلامتها.** توصل كبلات تخطيط القلب الكهربائي إلى جهاز المراقبة الثابت، وتُنقل مجموعات مراقبة الضغوط الشريانية والرئوية. يتم فحص القثطرة الشريانية للتأكد من سلوكيتها، وكذلك تحليل شكل موجة الضغط وتوافقها مع قياسـات الضغط الشرياني بواسطة الكُم الضاغط.

3- **تقييم صحة إتصال وعمل كافة القثاطر.** يتم تقييم سلامة عمل كافة القثـاطر الوريديـة والتأكد من صحة إتصالها وكذلك صحة تركيز ومعدّل تسريب الأدوية الوريدية المختلفـة. تشتمل هذه عادة على عدّة قثاطر وريدية محيطية وقثطرة وريدية مركزية متعددة اللمعات و (أحياناً) قثطرة الشريان الرئوي.

4- **تقييم صحة إتصال أسلاك ناظم الخطى، ومن ثم عزلها وتثبيتها بإحكام.**

5- **التأكد من سلامة عمل مفجرات الصدر والقثطرة البولية والأنبـوب الأنفـي المعـدي،** وتطبيق الضغط السلبي على مفجرات الصدر.



الشكل 1 - الشكل النموذجي للمريض بعد العمل الجراحي. تشير الخطوط المتقطعة إلى الشق الصدري الناصف والشق الذي يستخدم لحصاد الوريد الصافن من الساق.

يبقى طبيب التخدير المرافق للمريض في وحدة العناية المشددة إلى أن تتم إستعادة التهوية الآلية ووسائط المراقبة والأدوية الوريدية المختلفة، ويتم التأكد من إستقرار الحالة الدورانية عند المريض. يقوم طبيب التخدير بعد ذلك بإيصال المعلومات التالية إلى الممرضة المسؤولة التي تقوم بتدوينها:

1- العمل الجراحي الذي تم إجراؤه.

2- أدوية التخدير المستخدمة.

3- أيّة موجودات جراحية أو إختلاطات هامة.

4- نقل الدم الغيري الذي تم إجراؤه.

5- الأدوية والمحاليل الوريدية المستخدمة في الوقت الحالي.

6- المتغيّرات الدورانية (الضغط، النبض ..) المطلوب المحافظة عليها.

بعد الإنتهاء من إجراءات قبول المريض، تقوم الممرضة المسؤولة بتدوين قِيَم العلامات الحيوية والمتغيرات الأخرى على مخطط المراقبة، ويقوم طبيب العناية المشددة بإجراء تقييم عام لحالة المريض. يهدف ذلك إلى توفير وصف مختصر لكافة الموجودات الهامة في هذه المرحلة، وهو يفيد في متابعة التطوّر السريري لحالة المريض خلال إقامته في وحدة العناية المشددة.

المراقبة التمريضية بعد العمل الجراحي

تتطور الحالة السريرية لمعظم المرضى نحو الشفاء عبر الساعات الأولى بعد العمل الجراحي بشكل روتيني وخالٍ من المفاجآت، ومع ذلك فإن هذه الساعات تبقى ساعات حرجة لأن الإختلاطات المهددة للحياة أكثر ما تحدث خلال هذه الفترة. يُراقب المريض (كُكُل) ونظم القلب وحالة الدوران بشكل مستمر، ويتم تدوين العلامات الحيوية كل 15-20 دقيقة وذلك للتأكد من الكشف الفوري لأيّة إختلاطات، خاصة النزف وقصور القلب وإضطرابات النظم. تتم كذلك مراقبة وتدوين درجة حرارة المريض كل ساعة.
تُجرى صورة صدر شعاعية بسيطة خلال ساعة من الوصول إلى وحدة العناية المشددة. تُظهر هذه الصورة مواقع أنبوب الرغامى ومفجرات الصدر والقثاطر المركزية، كما توفر المعلومات البدئية التي قد تساعد على تشخيص أيّة إختلاطات قد تحدث فيما بعد.

نقاط التقييم التمريضي لحالة المريض بعد العمل الجراحي	
الحالة العصبية	مستوى الوعي والتجاوب إرتكاس الحدقتين القدرة على تحريك الأطراف وجود أيّة أذية عصبية واضحة
الحالة القلبية الوعائية	سرعة ضربات القلب، نظم القلب الضغط الشرياني الجهازي (الإنقباضي، الإنبساطي، والوسطي) ضغط الشريان الرئوي (الإنقباضي، الإنبساطي، والوسطي) الضغط الوريدي المركزي الضغط الإسفيني الشعري الرئوي وضغط الأذينة اليسرى نتاج القلب والمقاومة الوعائية المحيطية نظام وسرعة التنبيه بناظم الخطى حجم النزف عبر مفجرات الصدر

	التروية المحيطية (النبض المحيطي، اللون، والحرارة)
الحالة التنفسية	سرعة التنفس (الآلي أو الذاتي) معايير نظام التهوية بالمنفسة الإصطناعية إشباع الدم الشرياني بالأوكسجين غازات الدم الشرياني
الحالة الكلوية	نتاج البول لون البول
الحالة الهضمية	النـزح عبر الأنبوب الأنفي المعدي وجود تطّبل البطن أو المضض
متفرقات	كفاءة التسكين والتركين السوائل والأدوية الوريدية صورة الصدر الشعاعية وتخطيط القلب الكهربائي النتائج المخبرية النـز عبر جرح القص

17- حالة نقص نتاج القلب

هو أحد الإختلاطات الخطيرة التي قد تحدث بعد العمل الجراحي. تصيب حالة نقص نتاج القلب عادة المرضى الذين كانوا يعانون قبل العمل الجراحي من سوء وظيفة البطين الأيسر، لكنها قد تحدث أحياناً على الرغم من سلامة وظيفة البطين الأيسر، وتعكس في هذه الحالة حدوث إضطراب عابر في قلوصية العضلة القلبية بسبب التعرض للعمل الجراحي. يمكن لنقص نتاج القلب بعد العمل الجراحي أن يحدث أيضاً في حالات النـزف أو السطام التأموري أو إضطرابات نظم القلب.

التدبير الدوائي لحالة نقص نتاج القلب

تتطلّب حالة نقص نتاج القلب بعد عمليات القلب الجراحية تطبيق المراقبة الدقيقة لحالة الدوران بواسطة قثطرة الشريان الرئوي وقياس نتاج القلب، ويُشكّل التدبير الدوائي حجر الأساس في معالجة معظم المرضـى إلى أن تعود وظيفة العضلة القلبية إلى طبيعتها. يعتمد التدبير الدوائي لحالة القلب والدوران بشكل رئيسي على القيام إما بتعزيز (تقوية) أو تثبيط فعالية الجملة العصبية الذاتية (أنظر " فيزيولوجيا الدوران الوعائي: تـأثير الجملـة العصبية الذاتية على الجهاز القلبي-الوعائي").

1- **منبهات الجملة العصبية الودية.** تقوم هذه الأدوية بتنبيه المستقبلات α أو المستقبلات β، أو كلاهما. يؤدي ذلك إلى زيادة قوّة الضخ القلبي وتسارع ضربات القلب وتقبّض الأوعية المحيطية. من منّبهات المستقبلات α دواء الـ "فينيل إفرين phenylephrine"، ومن منّبهات المستقبلات β دواء الـ "آيزوبروتيرينول isoproterenol"، ومن منّبهات المستقبلات α و β معاً دوائيّ الـ "أدرينالين adrenaline" والـ "نورأدرينالين noradrenaline".

2- **مثبطات الجملة العصبية الودية.** يؤدي التثبيط الدوائي للمستقبلات α أو β إلى نقص قوّة الضخ القلبي وتباطؤ ضربات القلب وهبوط الضغط الشرياني. من حاصرات المستقبلات α دواء الـ "فنتولامين phentolamine"، ومن حاصرات المستقبلات β دواء الـ "بروبرانولول propranolol".

3- **منبهات الجملة العصبية نظيرة الودية.** تؤدي هذه الأدوية إلى إضعاف قوّة الضخ القلبي وتباطؤ ضربات القلب، لكنها قد تسبب توقف القلب ولذلك فهي لا تستخدم سريرياً.

4- **مثبطات الجملة العصبية نظيرة الودية.** تؤدي هذه الأدوية إلى تسارع ضربات القلب، ومنها الـ "أتروبين atropine" الذي يُستعمل للمعالجة الإسعافية لحالات تباطؤ القلب.

5- **منبهات مستقبلات الدوبامين**. يعتمد تأثير التسريب الوريدي لدواء الـ "دوبامين dopamine" على الجرعة الدوائية:

- يؤدي تسريب جرعة منخفضة من الدوبامين (أقل من 3 ميكروغرام/كيلوغرام/دقيقة) إلى توسّع أوعية الكليتين والأمعاء.
- يؤدي تسريب جرعة متوسطة من الدوبامين (3-10 ميكروغرام/كيلوغرام/دقيقة) إلى تنبيه المستقبلات β (زيادة قوّة الضخ القلبي وتسارع ضربات القلب، لكن دون إرتفاع الضغط الشرياني).
- يؤدي تسريب جرعة مرتفعة من الدوبامين (> 10 ميكروغرام/كيلوغرام/دقيقة) إلى تنبيه المستقبلات α وإرتفاع الضغط الشرياني.

تأثيرات الأدوية شائعة الإستعمال على المتغيرات الدورانية

	سرعة القلب	الضغط الشرياني	المقاومة الوعائية المحيطية	نتاج القلب
الموسعات الوعائية				
نتروغليسرين Nitroglycerin	↑	↓	↓	↑
نتروبروسايد Nitroprusside	↑	↓	↓	↑
هيدرالازين Hydralazine	↑	↓	↓	↑
المقبضات الوعائية				
فينيل إفرين Phenylephrine	0/↓	↑	↑	↑/↓
العوامل ذات الفعالية المشتركة				
أدرينالين Adrenaline	↑	↑	↑/↓	↑
نورأدرينالين Noradrenaline	0/↑	↑	↑	↑/↓
دوبامين Dopamine	0/↑	0/↑	0/↑	↑
مقويات قلوصية العضلة القلبية				
دوبيوتامين Dobutamine	0/↑	0/↑	0/↓	↑
آيزوبروتيرينول Isoproterenol	↑	0/↑	0/↓	↑
أمرينون Amrinone	0/↑	↓	↓	↑
ميلرينون Milrinone	0/↑	↓	↓	↑

ديجوكسين Digoxin	↓	0	↑	↑
مضادات إضطرابات النظم				
ليدوكائين Lidocaine	0	0/↓	0/↓	0/↑
ميتوبرولول Metoprolol	↓	↓	0	↓
فيراباميل Verapamil	↓	0/↓	↓	↑/↓
ديلتيازيم Diltiazem	0/↓	0/↓	↓	↑/↓
أميودارون Amiodarone	0/↓			0

0: لا يحدث أي تغيير هام، ↑: زيادة، ↓: نقصان.

من الهام أن نأخذ النقاط التالية بعين الإعتبار خلال تطبيق المعالجة الدوائية لحالة نقص نتاج القلب:

1- **تتصف الأدوية المستخدمة عادة بأنها ذات تأثير سريع وقصير الأمد**، وذلك لأن حالة المريض السريرية والدورانية قد تتغيّر بسرعة أو بشكل مفاجئ.

2- **تُعطى هذه الأدوية عن طريق التسريب عبر خط وريدي مركزي**، لأن ذلك يساعد على تحقيق إستجابة سريعة للدواء ويضمن ثبات جرعته في الدم.

3- **يجب التأكد من التوافق** بين **الأدوية الوريدية المختلفة قبل تسريبها معاً.** كثيراً ما يتم تسريب أكثر من دواء عبر خط وريدي واحد، ولذلك فإن التوافق بين هذه الأدوية ضروري لضمان فعاليتها ولتفادي حدوث إرتكاسات دوائية خطيرة.

4- **قد يؤثر ضعف وظائف بعض الأعضاء على توزع الدواء** في **الجسم أو على مستواه** في **الأنسجة.** قد يؤدي قصور وظائف الكليتين أو الكبد إلى تراكم بعض الأدوية في الجسم وإلى زيادة شدّة تأثيراتها الدوائية، كما قد يؤهب إلى ظهور تأثيراتها السمّية.

5- **تتم معايرة جرعة الدواء وفقاً للإستجابة السريرية عند كل مريض على حدة**، لأن الجرعة اللازمة من الدواء تختلف بشكل كبير ما بين مريض وآخر.

النـزف والسطام التأموري

قد يحدث النـزف بعد جراحة القلب لأسباب عديدة منها: العدد الكبير من المفاغرات الوعائية، وإستخدام الهيبارين أثناء العمل الجراحي، وإضطراب وظيفة الصفيحات الدموية بسبب إستخدام دارة القلب-الرئة الإصطناعية، والإرتفاع غير المضبوط في الضغط الشرياني. قد يؤدي النـزف الشديد إلى حدوث الصدمة بسبب نقص الحجم أو بسبب السطام التأموري.

يحدث السطام التأموري عندما يتجمع الدم في جوف التأمور بسرعة مما يؤدي إلى إنضغاط القلب ويمنع إمتلاءه أثناء الإنبساط، وينقص بالتالي نتاج القلب. الأعراض النموذجية للسطام التأموري هي: غياب أصوات القلب، وإرتفاع الضغط الوريدي المركزي، وهبوط الضغط الشرياني الإنقباضي. يلعب الفريق التمريضي دوراً أساسياً في التعرف على العلامات السريرية المنذرة بتدهور حالة المريض الدورانية.

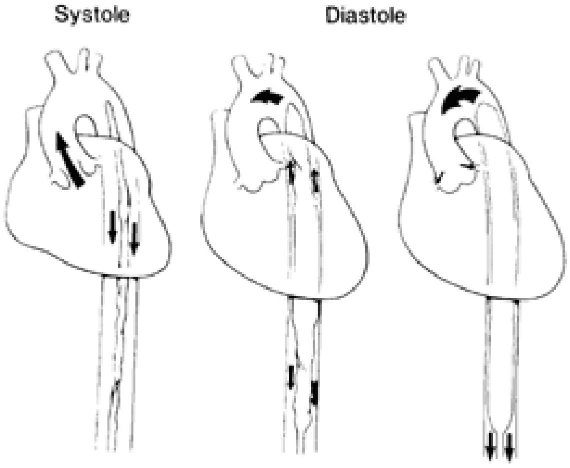
عند الشك بتجمع الدم في المنصف، يوضع المريض بوضعية الجلوس بزاوية 45° وذلك لتحريض خروج الدم عبر المفجرات. يفيد إجراء تصوير صدى القلب في تأكيد التشخيص، ويُعالج السطام التأموري دوماً بفتح القص بشكل إسعافي في غرفة العمليات أو حتى في وحدة العناية المشددة.

علامات السطام التأموري

- توقف النـزف عبر مفجرات الصدر
- نقص نتاج القلب
- هبوط الضغط الشرياني
- تسرّع القلب
- إرتفاع الضغط الوريدي المركزي
- نقص نتاج البول
- ضعف النبض المحيطي
- إتساع ظل المنصف على صورة الصدر الشعاعية
- إضطراب نظم القلب

18- البالون داخل الأبهر ذو النبضان المعاكس

هذا الجهاز هو أحد وسائط مساعدة القلب، وهو ُيستعمل لمعالجة حالات قصور العضلة القلبية (قبل أو بعد العمل الجراحي) أو نقص التروية الاكليلية غير المستقر الذي لا يستجيب للمعالجة الدوائية. يساعد البالون داخل الأبهر ذو النبضان المعاكس على التخفيف من الجهد القلبي ومن إستهلاك العضلة القلبية للأوكسجين كما يقوم بتحسين التروية الاكليلية. لقد أصبح هذا الجهاز جزءاً أساسياً من تجهيزات كافة أقسام جراحة القلب المفتوح، كما أن إستعماله يزداد باضطراد في وحدات القثطرة القلبية. من الضروري للفريق التمريضي المشرف على العناية بالمريض أن ُيلم بطريقة عمل هذا الجهاز، وأن يحيط بالإختلاطات المحتملة التي قد ترافق إستعماله.



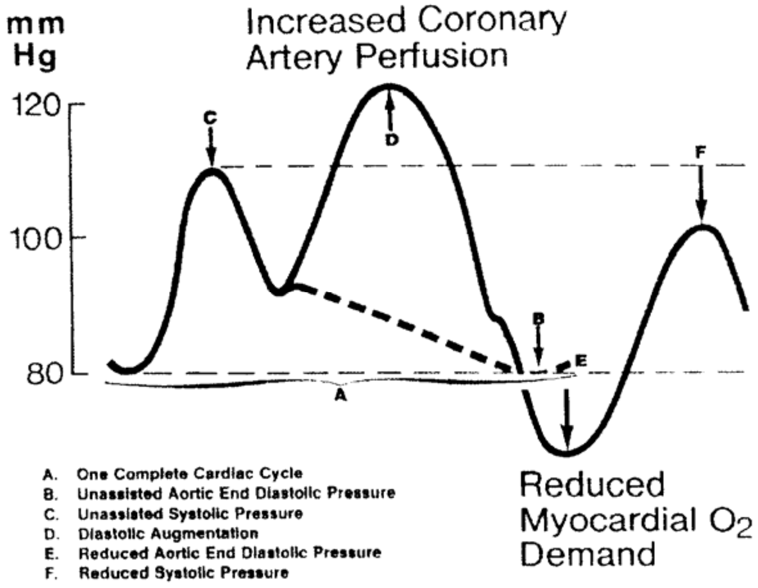
الشكل 1 - مبدأ النبضان المعاكس. يؤدي إنتفاخ البالون أثناء الانبساط إلى إنزياح حجم كبير من الدم، مما يـسبب إرتفـاع الضغط الشرياني الإنبساطي وتحسّن التروية الإكليلية. يؤدي التفريغ المفاجئ للبالون مباشرة قبل الإنقباض إلى إنخفاض كـبير في الضغط داخل الأبهر، مما يخفف من الجهد القلبي وإستهلاك الأوكسجين.

مبدأ النبضان المعاكس

النبضان المعاكس counterpulsation هو الحركة الدورية للدم الموجود داخل الأبهر، والتي تسبب إرتفاع الضغط داخل الأبهر أثناء الإنبساط وإنخفاض الضغط أثناء الإنقباض. تتحقق هذه الحركة باستعمال بالون

يتم زرعه في الأبهر الصدري النازل. يوصل البالون إلى وحدة التحكم الرئيسية التي تستخدم غاز الهيليوم لنفخ البالون ثم تفريغه بشكل دوري يتزامن مع ضربات العضلة القلبية عند المريض. تعتمد وحدة التحكم الرئيسية على موجة الضغط الشرياني أو تخطيط القلب الكهربائي للتحكم ببدء إنتفاخ/تفريغ البالون.

يرتفع الضغط الشرياني الإنبساطي أثناء إنتفاخ البالون بسبب إنزياح حجم كبير نسبياً من الدم (يعادل حجم البالون)، مما يؤدي إلى تحسّن التروية الإكليلية. يؤدي التفريغ المفاجئ للبالون مباشرة قبل الإنقباض إلى إنخفاض كبير في الضغط داخل الأبهر، ويخفف ذلك من الجهد القلبي وإستهلاك الأوكسجين، ويزيد من نتاج القلب بمعدّل 10% تقريباً.



الشكل 2 – موجة الضغط الشرياني أثناء عمل البالون داخل الأبهر ذو النبضان المعاكس. **A**: دورة قلبية كاملة، **B**: ضغط الأبهر في نهاية الإنبساط دون مساعدة، **C**: الضغط الإنقباضي دون مساعدة، **D**: المساعدة خلال الإنبساط، **E**: إنخفاض ضغط الأبهر في نهاية الإنبساط، **F**: إنخفاض الضغط الإنقباضي.

إستطبابات إستعمال البالون داخل الأبهر ذو النبضان المعاكس

1- قبل العمل الجراحي

- خناق الصدر غير المستقر
- الصدمة قلبية المنشأ بعد إحتشاء العضلة القلبية الحاد
- الفتحة بين البطينين أو القصور التاجي الحاد التاليين للإحتشاء

2- **بعد العمل الجراحي**

- قصور العضلة القلبية
- الصدمة قلبية المنشأ

3- **إستطبابات أخرى**

- كوسيلة مساعدة للقثطرة القلبية والتوسيع بالبالون

طريقة زرع البالون داخل الأبهر ذو النبضان المعاكس

يتم إدخال البالون في غالبية الحالات عبر أحد الشريانين الفخذيين. قد يفشل البالون في عبور هذا المدخل بسبب تضّيق أو تعّرج أوعية الحوض أو البطن، ويمكن هنا إدخال البالون عبر الشريان تحت الترقوة أو الشريان الإبطي، أو جراحياً عبر الصدر في الشريان الأبهر بشكل مباشر.

طريقة تحضير البالون بسيطة للغاية، لكنها تتطلّب الدقة والعناية. قد توجد بعض الإختلافات البسيطة في طريقة التحضير بين النماذج التي تنتجها الشركات المختلفة، ولذلك يجب على الفريق التمريضي أن يعرف هذه الإختلافات وكذلك المواصفات الخاصة بكل منها.

1- **تحضير المريض.** يتم تعقيم موضع الدخول، وحقن أحد أدوية التخدير الموضعي، ويُعطى المريض 5000 وحدة من الهيبارين وريدياً.

2- **تحضير وحدة التحكم الرئيسية بالبالون.** يقوم فني دارة القلب-الرئة الإصطناعية في هذه الأثناء بتحضير وحدة التحكم الرئيسية. يوصل الجهاز إلى مأخذ الكهرباء الرئيسي، وذلك للمحافظة على الشحنة الكاملة الموجودة في البطارية الداخلية. ُتفتح أسطوانة الهيليوم ويتم التأكد من حجم غاز الهيليوم الموجود داخلها. يوصل كبل تخطيط القلب الكهربائي إلى مساري جديدة ملصقة بالمريض، ويتم التأكد من الحصول على إشارة جيدة. أخيراً يتم تحضير جهاز قياس الضغوط ووصله إلى وحدة التحكم الرئيسية، ثم تمرير خط قياس الضغط العقيم إلى ساحة العمل الجراحي.

3- **تحضير البالون.** ُيطّبق الضغط السلبي بقوة على الصمام وحيد الإتجاه المرافق للبالون بهدف خمص البالون بشكل كامل، ثم ُيرفع البالون من حامله، ويتم سحب "السلك داخل اللمعة" الذي تحتوي عليه بعض النماذج.

4- **زرع البالون.** يقوم الجراح بإدخال البالون عبر الشريان الفخذي إلى أن يصل إلى مكانه في الأبهر الصدري، إلى الأسفل من الشريان تحت الترقوة الأيسر وإلى الأعلى من الشرايين الكلوية. يتم وصل البالون إلى خط قياس الضغط وإلى خط الهيليوم الذي يوصل إلى جهاز التحكم الرئيسي. تتم تعبئة البالون بالهيليوم، والبالون الآن جاهز للعمل.

5- **التأكد من الموقع الصحيح للبالون.** تظهر ذروة البالون واضحة على صورة الصدر الشعاعية، ويمكن بواسطتها التعرف على موقع البالون.

التحريض والتوقيت والتواتر

التحريض trigger

هو إختيار الإشارة (شكل موجة الضغط الشرياني، أو تخطيط القلب الكهربائي، أو تنبيهات ناظم الخطى) التي ستستعمل للتحكم ببدء إنتفاخ/تفريغ البالون.

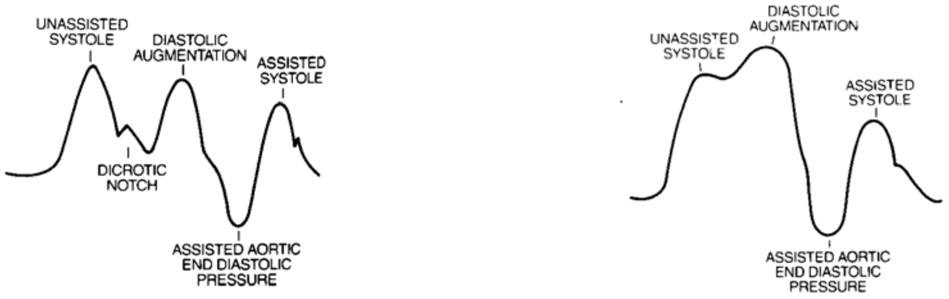
التوقيت timing

هو القيام بضبط العلاقة الزمنية ما بين إنتفاخ/تفريغ البالون من جهة وإنقباض/إنبساط القلب من جهة أخرى. تحتوي كافة الأجهزة على نظام أوتوماتيكي يمكنه البدء بالعمل مع توقيت جيد بتواتر 1:2، ويمكن بعد ذلك تعديل التوقيت بالشكل الملائم. يتم هذا بتعديل نقاط الإنتفاخ والتفريغ، ثم دراسة موجة الضغط الشرياني وتغّيراتها الناجمة عن عمل البالون للتأكد من جودة التوقيت.

1- **إنتفاخ البالون**. يجب أن يحدث إنتفاخ البالون مباشرة بعد إنغلاق الصمام الأبهري، والذي تمثله الثلمة الحادة من مخطط الضغط الشرياني. يؤدي إنتفاخ البالون إلى ظهور موجة كبيرة بشكل v على مخطط الضغط الشرياني عند الثلمة الحادة.

يؤدي الإنتفاخ المبكر الخاطئ للبالون إلى إنغلاق الصمام الأبهري بشكل مبكر، وإلى تعريض القذف الإنقباضي للمقاومة وزيادة الجهد القلبي. بالمقابل، يؤدي الإنتفاخ المتأخر للبالون إلى التقليل من الفائدة التي يمكن تحقيقها من رفع الضغط الشرياني الإنبساطي.

B A



الشكل 3 – توقيت إنتفاخ البالون. **A:** الإنتفاخ المبكر للبالون قبل إنغلاق الصمام الأبهري. تتراكب موجة إنتفاخ البالون على موجـة الـضغط الإنقباضي. **B:** الإنتفاخ المتأخر للبالون بعد إنغلاق الصمام الأبهري. لا يزداد الضغط الإنبساطي بما يكفي.

2- **توقيت تفريغ البالون.** يجب أن يحدث تفريغ البالون عند النهاية القصوى للإنبساط، مباشرة قبل إنفتاح الصمام الأبهري وظهور الموجة الصاعدة للضغط الشرياني. يؤدي الضبط الجيد لتوقيت تفريغ البالون إلى إنخفاض ضغط الأبهر في نهاية الإنبساط وأثناء الإنقباض خلال عمل البالون بالمقارنة معه عندما يتوقف البالون عن العمل.

يؤدي التفريغ المبكر الخاطئ للبالون إلى نقص شدة الهبوط في ضغط نهاية الإنبساط وفي الحمل البعدي. بالمقابل، يؤدي التفريغ المتأخر للبالون إلى تعريض القذف الإنقباضي للمقاومة وزيادة الجهد القلبي ونقص نتاج القلب.

A B

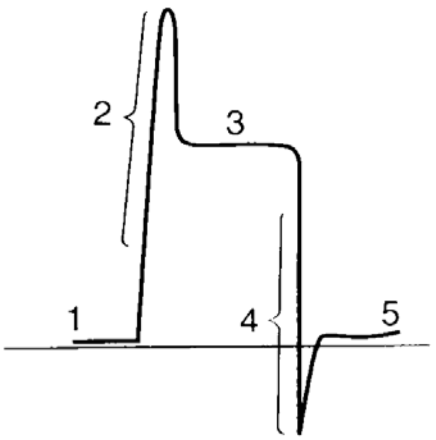
الشكل 4 – توقيت تفريغ البالون. **A:** التفريغ المبكر للبالون أثناء فترة الإنبساط. تنخفض موجة إنتفاخ البالون بشكل مفاجئ أثناء الإنبساط. **B:** التفريغ المتأخر للبالون أثناء بدء إنفتاح الصمام الأبهري. تظهر موجة الضغط الإنبساطي عريضة.

التواتر frequency

هو تواتر القيام بنفخ/تفريغ البالون بالنسبة لضربات القلب المتتالية. عندما يعمل الجهاز بتواتر 1:1، تقوم وحدة التحكم بنفخ/تفريغ البالون مع كل دورة قلبية، وهو التواتر المُستخدم عموماً لدعم القلب عند معظم المرضى. يؤدي خفض التواتر إلى معدل 1:2 إلى نقص معدل دعم القلب بنسبة 60%، أما التواتر بنسبة 1:3 فيستخدم عادة أثناء الفطام عن البالون.

تبدلات موجة الضغط داخل البالون

يُستعمل غاز الهيليوم عادة لنفخ البالون داخل الأبهر. تؤدي الحركة السريعة للهيليوم من وإلى البالون إلى ظهور شكل خاص لموجة ضغط الغاز، ويقوم ناقل خاص بتسجيل هذه الموجة وعرضها على شاشة التحكم. تتألف موجة الضغط داخل البالون في الحالة الطبيعية من خمسة مكونات مختلفة:



الشكل 5 - شكل موجة الضغط داخل البالون (أنظر النص لشرحها).

1- **موجة الضغط البدئي،** وهو الضغط عند الإنتهاء من تفريغ البالون من الغاز. تتطلّب المحافظة على الضغط البدئي الطبيعي عودة غاز الهيليوم كاملاً من البالون إلى المضخة. يؤدي تسريب غاز الهيليوم من الجهـاز إلى هبوط مستوى الضغط البدئي، بينما تؤدي إعاقة جريان الغاز إلى إرتفاعه. يؤدي كلا هذين السببين عـادة إلى تفعيل جهاز الإنذار في الجهاز.

2- **موجة الإنتفاخ السريع للبالون.** يؤدي الدخول السريع للغاز إلى البالون إلى ظهور موجة صاعدة حـادة تنتهي بموجة إضافية مُستدقة لضغط مُفرط.

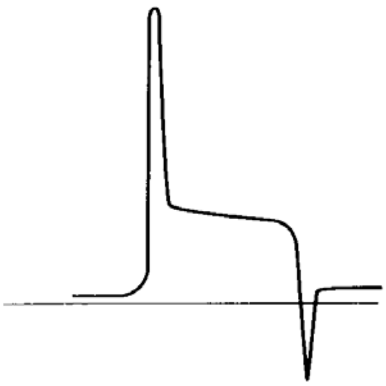
3- **إستواء الضغط داخل البالون.** وهو يعكس الضغط الذي يقوم بالمحافظة على إنتفاخ البالون طوال فترة الإنبساط، ولذلك فهو يتوافق مع الضغط الإنبساطي المُحسن للمريض (مع تفاوت ± 25 ملم زئبق).

4- **موجة التفريغ السريع للبالون.** يؤدي الخروج السريع للغاز من البالون إلى ظهور موجة نازلة حادة تنتهي بموجة إضافية سلبية مُستدقة.

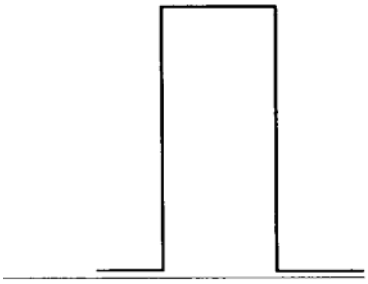
5- **العودة إلى موجة الضغط البدئي،** ويشير ذلك إلى تفريغ البالون بشكل كامل.

شذوذات شكل موجة الضغط داخل البالون

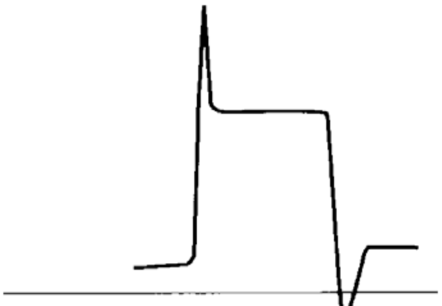
1- **إنخفاض موجة إستواء الضغط داخل البالون،** وذلك بسبب هبوط الضغط الشرياني أو نقص حجم الدم عند المريض أو توضع البالون بشكل منخفض في الشريان الأبهر.



2- **إرتفاع موجة إستواء الضغط داخل البالون،** وذلك بسبب إرتفاع الضغط الشرياني أو إعاقة جريان الغاز من البالون.



3- **إرتفاع موجة الضغط البدئي،** وذلك بسبب إعاقة جريان الغاز أو إرتفاع الضغط ضمن حجرة الهيليوم.



4- إنخفاض موجة الضغط البدئي مما يشير إلى تسريب الهيليوم من الجهاز. يؤدي ذلك عادة إلى تفعيل جهاز الإنذار في الجهاز، كما يقوم بإيقاف الجهاز عن العمل.

الفطام عن البالون داخل الأبهر

تختلف معايير الفطام عن البالون وفقاً للطبيب والمشفى، لكنها تتضمن عادة وجود ضغط شرياني طبيعي ونتاج قلبي جيد دون الاعتماد على أيّة دواعم قلبية. هناك طريقتان للفطام:

1- **طريقة الفطام بتغيير التواتر.** يتم إنقاص تواتر المساعدة من 1:1 إلى 1:2 ثم إلى 1:3، ويوقف عمل البالون إذا ما تحمّل المريض هذه المناورات. يتعرّض المريض في هذه الطريقة إلى تغيّر سريع في الجهد القلبي ما بين الضربات "المُساعَدة" و "غير المُساعَدة"، وهي لا تختلف في الواقع عن الإيقاف الفوري لعمل البالون.

2- **طريقة الفطام بتغيير الحجم.** يتم إنقاص حجم إنتفاخ البالون بالتدريج مع مراقبة تحمّل المريض لهذا التداخل. لا تؤدي هذه الطريقة إلى حدوث تغيّرات سريعة في الجهد القلبي، وبالتالي فهي أكثر فيزيولوجيةً من الطريقة السابقة. يخشى البعض من تشكّل الخثرات على البالون بسبب تناقص حركّيته، ولذلك يُنصح باستعمال المميعات أثناء الفطام عن البالون وبأن يُزال بأسرع ما يمكن بعد إيقافه عن العمل.

العناية التمريضية بالبالون داخل الأبهر

1- فحص نقطة دخول البالون بشكل منتظم (كل 2-3 ساعات) طوال مدة إستعمال البـالون، ولمدة ساعتين بعد إزالته. قد يحدث النـزف من نقطة الدخول بسبب أذية الشريان أثنـاء زرع البالون أو بسبب إستعمال المميعات.

2- مراقبة النبض المحيطي ولون الجلد في الساق بشكل منتظم (كل 2-3 ساعات) طوال مدة إستعمال البالون، ولمدة ساعتين بعد إزالته. يشير غياب النبض أو البرودة أو تغيّر لون الجلد أو الألم إلى نقص تروية الساق.

3- تمزق البالون. قد يحدث ذلك بسبب إنثقاب البالون بأداة حادة أثناء إدخاله أو بسبب وجود كتلة عصيدية خشنة على السطح الداخلي للأبهر، ويشير إلى ذلك: (1) تغيّر شكل موجة إنتفاخ البالون بشكل مفاجئ، (2) ظهور الدم في أنبوب غاز الهيليوم، و (3) تفعيل جهاز الإنذار بتسريب الهيليوم. على الممرضة في هذه الحالة أن توقف عمل البالون فوراً وأن تضع المريض بوضعية خفض الرأس (تريندلنبرغ)، ثم تبلغ الطبيب الذي يقوم بإزالة البالون بسرعة.

19- مراقبة تخطيط القلب الكهربائي

تتطلّب العناية بالحالة القلبية للمريض بعد العمل الجراحي المراقبة المستمرة والدقيقة لتخطيط القلب الكهربائي طوال فترة مكثه في وحدة العناية المشددة. توصل كَبلات تخطيط القلب الكهربائي إلى جهاز المراقبة الثابت فور وصول المريض إلى وحدة العناية المشددة ويُستخدم عادة المسرى II للمراقبة، على الرغم من أن بعض الأجهزة تتميّز بأنها تسمح بمراقبة عدة مسارٍ في آن واحد. تستمر مراقبة المريض عادة لمدة 24 ساعة، أو إلى أن تستقر حالته القلبية.

يُجرى تخطيط القلب الكهربائي الكامل روتينياً بعد العمل الجراحي. يؤجل عادة إجراء تخطيط القلب الكهربائي إلى أن تعود درجة حرارة المريض إلى درجة الحرارة الطبيعية، وذلك لأن هبوط درجة الحرارة والقشعريرة قد تؤدي إلى ظهور تغيّرات مضللة في مخطط القلب الكهربائي. يؤجل كذلك إجراء تخطيط القلب الكهربائي إلى اليوم التالي عند المرضى المعتمدين على التنبيه بناظم الخطى، ويُعاد إجراء تخطيط القلب الكهربائي الكامل روتينياً بعد 3 أيام من العمل الجراحي.

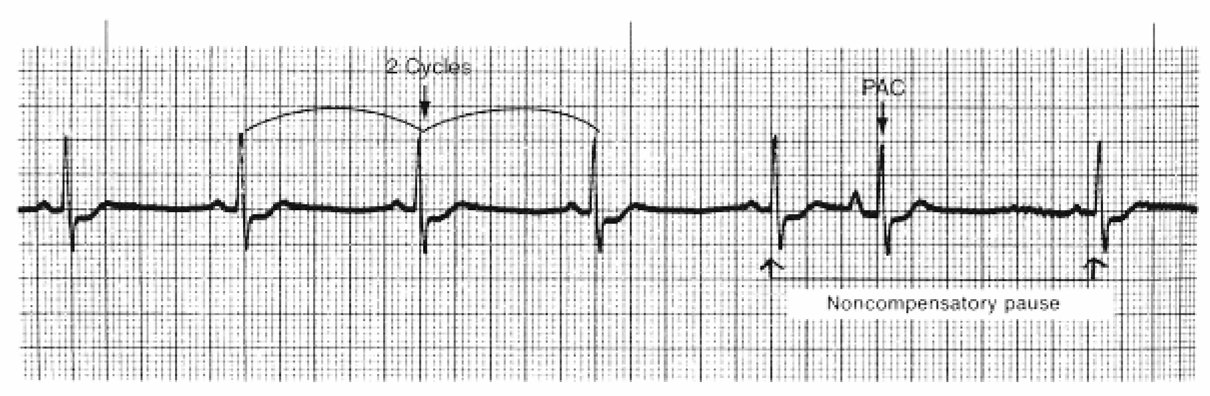
الإضطرابات الشائعة في نظم القلب

تتراوح نسبة حدوث إضطرابات نظم القلب ما بين 10-40%، وتقع ذروتها في اليوم الأول بعد العمل الجراحي ثم تتناقص بسرعة خلال فترة الإستشفاء. تتطلّب معالجة الكثير من إضطرابات النظم المعالجة الدوائية المديدة لحوالي 4-8 أسابيع بعد العمل الجراحي.

خوارج الإنقباض

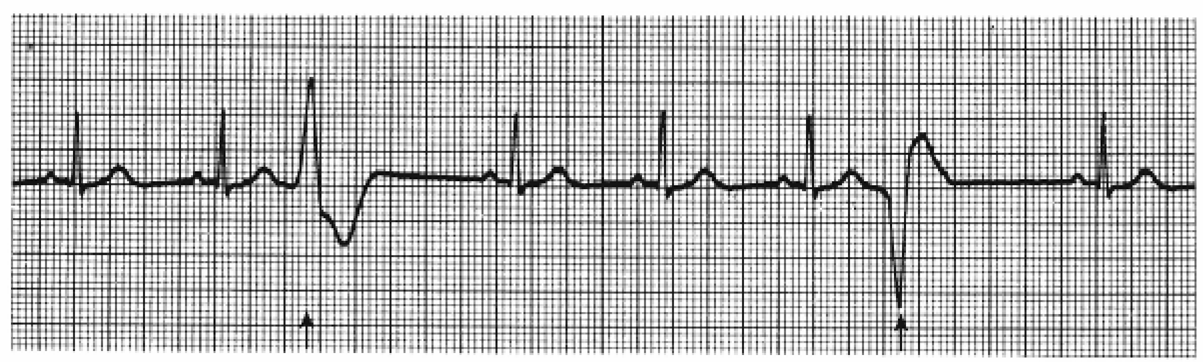
هي نشوء تنبيه كهربائي إضافي من بؤرة مختلفة عن العقدة الجيبيّة، وتظهر في هذه الحالة ضربات قلبية مُبكّرة تُضاف إلى النظم الطبيعي إما بفواصل منتظمة أو عشوائية.

تنشأ خوارج الإنقباض الأذينية عن النشاط الكهربائي لبؤرة شاذة في إحدى الأذينتين، وتؤدي إلى ظهور موجة P باكرة وذات شكل مختلف عن موجات P التي تسبقها. ينتقل هذا التنبيه بعد ذلك إلى العقدة الأذينية-البطينية ومن ثم إلى البطينين ليظهر مركب QRS ذو شكل طبيعي.



الشكل 1 – نظم جيبـي طبيعي مع خارجة إنقباض أذينية (PAC). لاحظ إختلاف شكل موجة P في خارجة الإنقباض.

أما خوارج الإنقباض البطينية فتنشأ عن النشاط الكهربائي لبؤرة شاذة في العضلة البطينية. لا ينتقل التنبيه هنا عبر العقدة الأذينية-البطينية، وبالتالي فهو يؤدي إلى ظهور مركب QRS ذو شكل عريض.

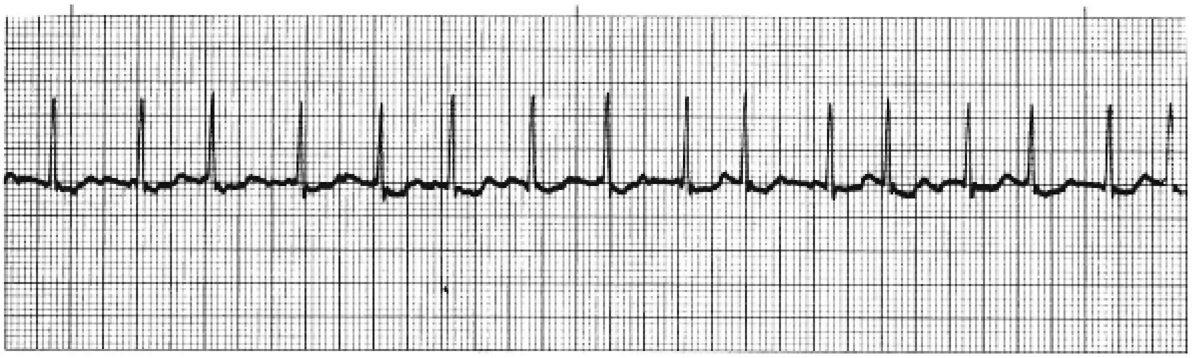


الشكل 2 – نظم جيبـي طبيعي مع خوارج إنقباض بطينية (السهم). تختلف خوارج الإنقباض هذه في الحجم والشكل فيمـا بينها لأنها تنشأ من بؤر شاذة مختلفة.

ُتعزى خوارج الإنقباض عادة إلى التهيّج القلبي التالي للعمل الجراحي، لكنها قد تحدث أيضاً بسبب نقص مستوى البوتاسيوم في الدم أو نقص الأكسجة، أو بسبب التخريش الذي قد تسببه القثاطر الوريدية المركزية أو قثاطر الشريان الرئوي.

الرجفان الأذيني

هو أكثر إضطرابات نظم القلب شيوعاً بعد عمليات القلب الجراحية. تنطلق في هذه الحالة التنبيهات الكهربائية من عدة بؤر شاذة في الأذينتين، فتنقبض الأذينتين بسرعة وبشكل عشوائي، ولا تظهر أّية موجة P حقيقية على مخطط القلب الكهربائي. ينتقل بعض موجات التنبيه فقط عبر العقدة الأذينية-البطينية، فيستجيب البطينان بفواصل غير منتظمة معطيةً النظم صفة مميزة هي كون مركب QRS طبيعياً مع عدم الإنتظام غير المنتظم.

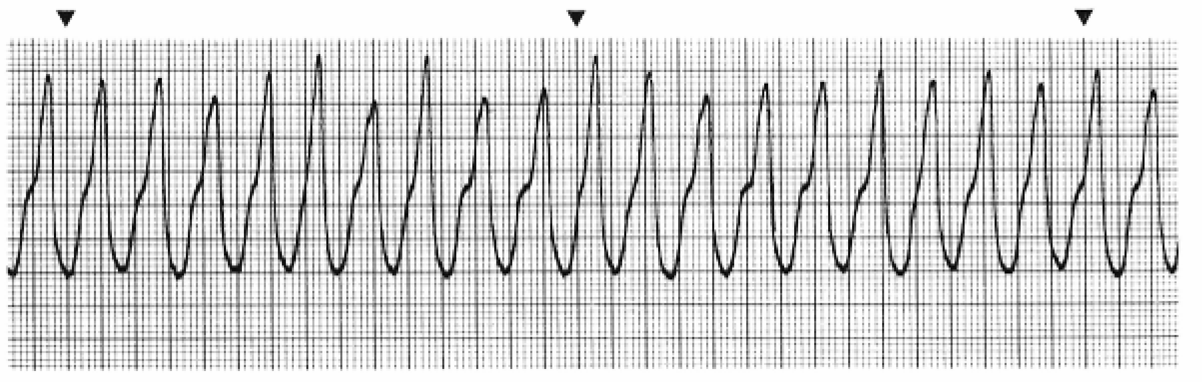


الشكل 3 – رجفان أذيني مع إستجابة بطينية تقارب 130 ضربة/دقيقة. لاحظ عدم إنتظام النظم مع غياب موجات P.

قد يكون الرجفان الأذيني عابراً ويزول تلقائياً، ولكن معالجة هذا الإضطراب في النظم ضرورية لأنه أحد الأسباب الرئيسية للحوادث الصُمّيّة الخثرية. ُيعالج الرجفان الأذيني عادة بالتسريب الوريدي لدواء الأميودارون لمدة 24 ساعة، ثم الإستمرار بنفس الدواء عن طريق الفم لعدة أسابيع. يمكن كبديل قلب النظم عن طريق تطبيق الصدمة بتيار كهربائي متزامن (بطاقة 50 جول) على الصدر.

التسرع البطيني

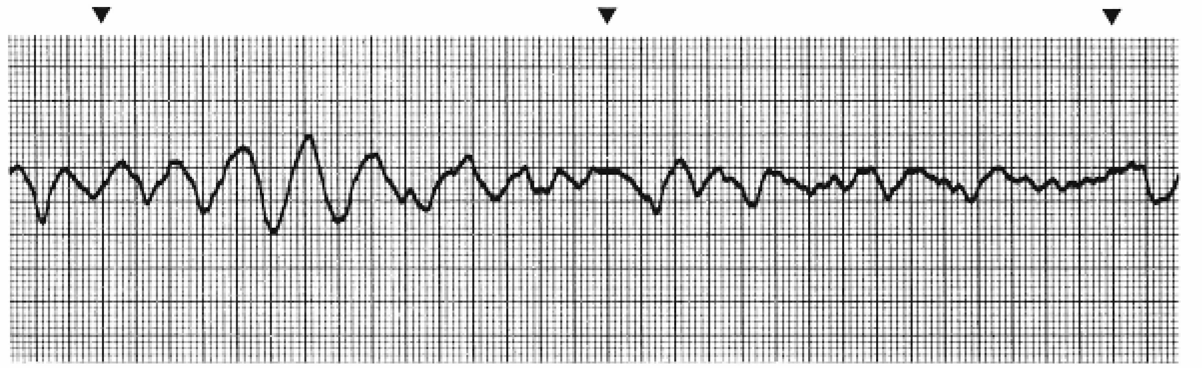
هو إضطراب نظم خطير. تنطلق في هذه الحالة رشّة مفاجئة من التنبيهات الكهربائية من بؤرة شاذة مستقلة في عضلة البطين، وينفصل النظم البطيني عن النظم الأذيني. تظهر مركبات QRS عريضة ذات سرعة تتجاوز الـ 100/دقيقة وتغيب موجة P عن مخطط القلب الكهربائي. قد يتطور هذا النظم إلى الرجفان البطيني. ُيعالج التسرّع البطيني عادة بالتسريب الوريدي لدوائي الليدوكائين أو الأميودارون لمدة 24 ساعة، ويمكن كبديل إجراء قلب النظم بالصدمة الكهربائية.



الشكل 4 – تسرّع بطيني مع سرعة قلب حوالي 188 ضربة/دقيقة. لاحظ غياب موجات P.

الرجفان البطيني

تنطلق في هذه الحالة التنبيهات الكهربائية من عدة بؤر شاذة في العضلة البطينية، فيحدث إضطراب كامل في نظم البطينين مع تقلّصات سريعة وغير مجدية في جدارهما عوضاً عن التقلّصات المنتظمة. يظهر تخطيط القلب الكهربائي بشكل مركبات عريضة وغير منتظمة وشاذة. تتطوّر هذه الحالة إذا لم تُعالج إلى توقف القلب والوفاة، وتتألف المعالجة دوماً من تطبيق الإنعاش القلبي-التنفسي وقلب النظم بالصدمة الكهربائية.

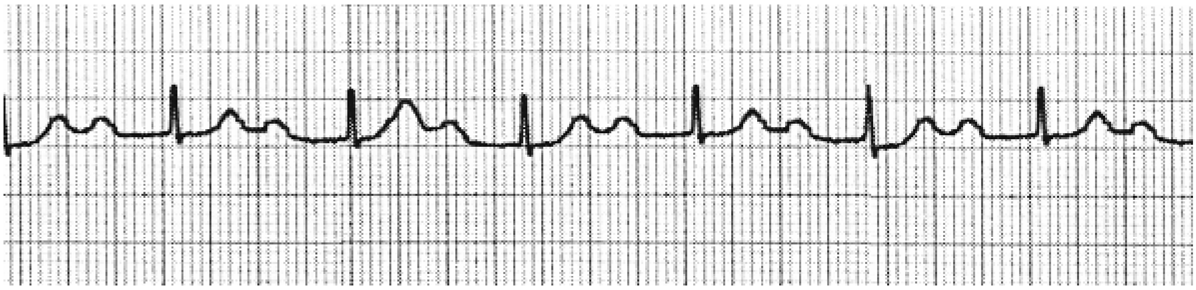


الشكل 5 – الرجفان البطيني.

حصارات القلب

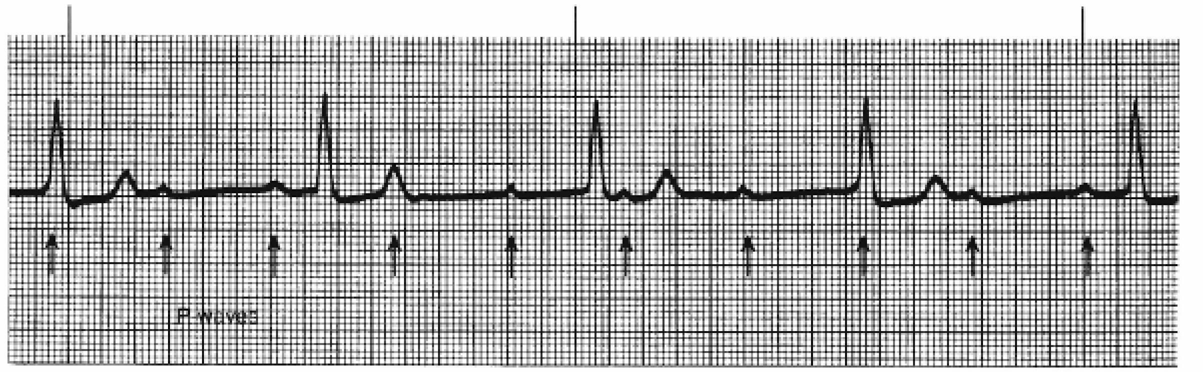
هي إضطرابات في نقل التنبيه الكهربائي عبر الحزم القلبية الناقلة. أكثر أنماط الحصارات شيوعاً هو **الحصار الأذيني-البطيني من الدرجة الأولى**، وفيه يتأخر مرور التنبيه القلبي الكهربائي الأذيني عبر العقدة الأذينية-

البطينية بما يزيد عن 0.1 من الثانية، وينعكس هذا التأخير على مخطط القلب الكهربائي على شكل تطاول خط السواء ما بين الموجة P والمُركّب QRS بأكثر من مربع كبير واحد (0.2 من الثانية).



الشكل 6 – الحصار الأذيني-البطيني من الدرجة الأولى. لاحظ تطاول المسافة ما بين الموجة P والمُركّب QRS.

ُيطلق إسم **الحصار الأذيني-البطيني الكامل** (وُيسمى كذلك حصار القلب التام) على الحالة التي لا ينتقل فيها التنبيه الأذيني عبر العقدة الأذينية-البطينية أبداً، وبالتالي فإن البطينان يتنبّهان بشكل ذاتي ومستقل عن الأذينتين.



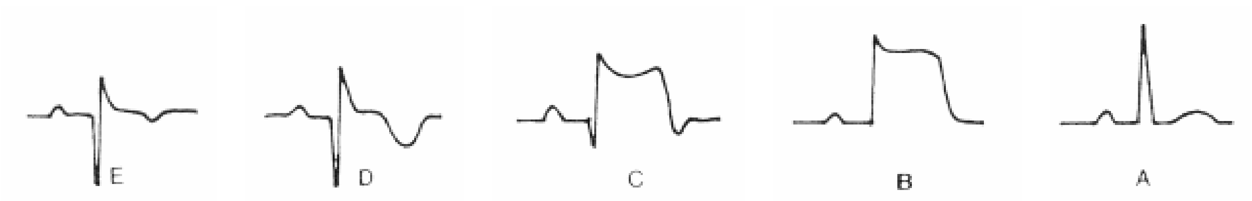
الشكل 7 – حصار القلب التام. لاحظ الإفتراق الأذيني-البطيني مع ظهور نظم بطيني منتظم بسرعة 38 ضربة/دقيقة ونظم أذيـني منـتظم بسرعة 88 ضربة/دقيقة. تشير الأسهم إلى موجات P.

يحدث الحصار الأذيني-البطيني عادة كاختلاط لعمليات تبديل الصمام الأبهري، وبسبب إجراءات التنضير والخياطة التي يقوم بها الجراح بالقرب من الحزم القلبية الناقلة. ُيعالج حصار القلب عادة باستعمال التنبيه القلبي بناظم الخطى المؤقت لعدة أيام، وُيستطب زرع ناظم الخطى الدائم عادة إذا إستمر الحصار لأكثر من أسبوع من الزمن.

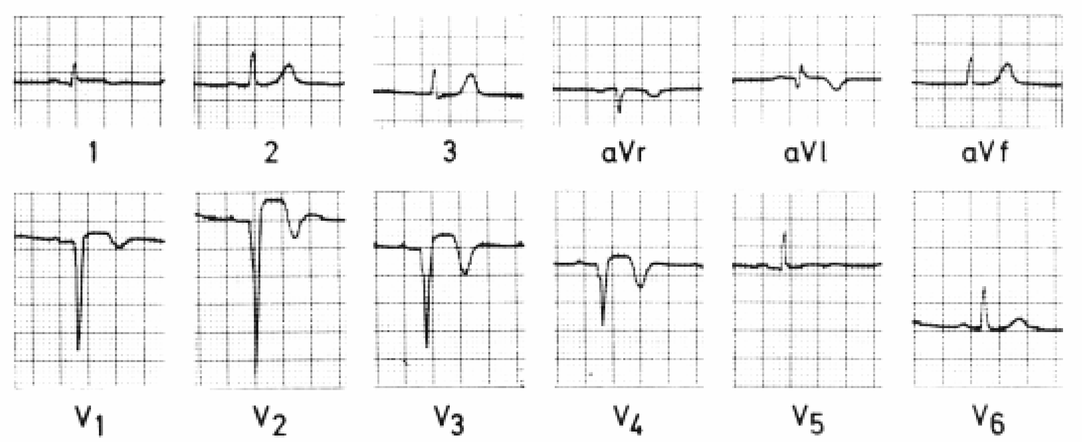
العلامات التخطيطية لنقص التروية الإكليلية

يعتبر تخطيط القلب الكهربائي الوسيلة الرئيسية لتشخيص نقص التروية الإكليلية، فهو يتبدّل بشكل وصفي في الإتجاهات التي تواجه المنطقة المُصابة بنقص التروية أو الإحتشاء. على صعيد المثال، يؤدي نقص التروية الأمامي إلى ظهور تغّيرات تخطيطية في المساري الصدرية V1-V4، بينما يؤدي نقص التروية السفلي إلى ظهور تغّيرات تخطيطية في الإتجاهات II و III و aVF.

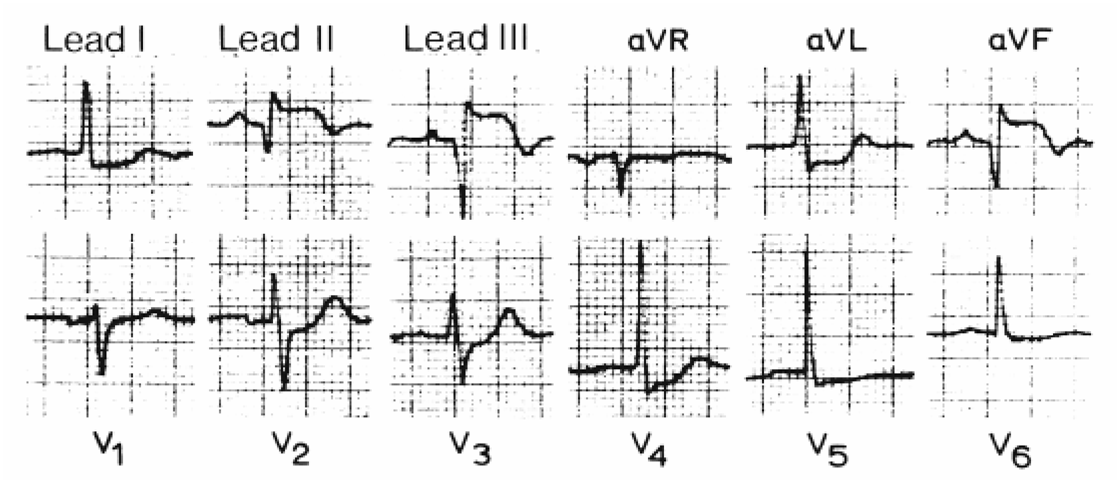
يؤدي نقص التروية القلبية عادة إلى تبدّل شكل الموجة T، وذلك بأن تصبح الموجة T مسطحة أو مقلوبة ومتناظرة. يؤدي تطوّر نقص التروية إلى حالة الإحتشاء إلى إرتفاع القطعة ST، والذي يعكس حدوث أذية قلبية حادة (حديثة). تبدأ بعد ذلك الموجة Q بالظهور، وهي ذات دلالة قوية على حدوث الإحتشاء، خاصة عندما يزيد عرضها عن مربع صغير (0.04 ثانية) أو يزيد طولها عن ثلث إرتفاع الموجة R.



الشكل 8 – التبدلات التخطيطية الوصفية في إحتشاء العضلة القلبية: **A**: التخطيط الطبيعي قبل الإحتشاء، **B**: إرتفاع القطعة ST، **C**: بدء ظهور موجة Q وإنقلاب الموجة T، **D**: ظهور الموجة Q واضحة وإنقلاب الموجة T بشكل متناظر، **E**: الشكل الوصفي لإحتشاء قديم، حيث تتراجع تبدلات الموجة T مع بقاء الموجة Q.



الشكل 9 – تخطيط القلب الكهربائي لمريض مصاب باحتشاء أمامي حاجزي حديث. يظهر إرتفاع القطعة ST مع ظهور موجة Q وإنقلاب الموجة T في المساري الصدرية V1-V4.



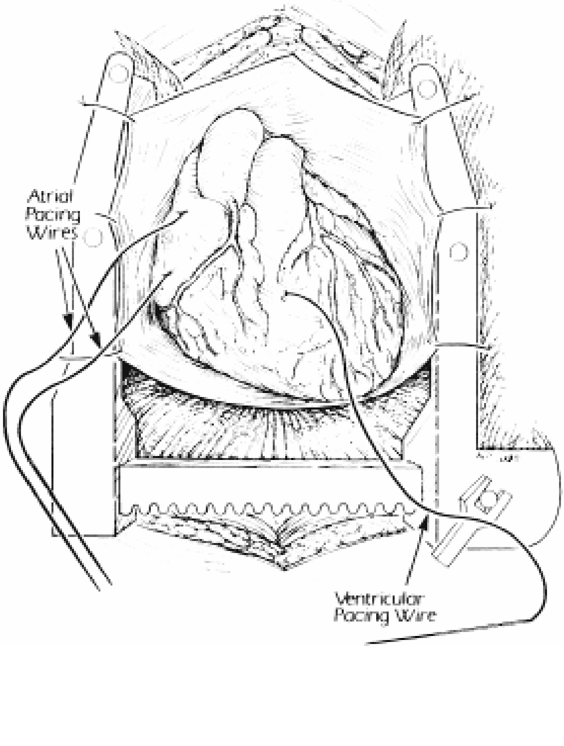
الشكل 10 – تخطيط القلب الكهربائي لمريض مصاب باحتشاء سفلي حديث. يظهر إرتفاع القطعة ST مع ظهور موجـة Q وإنقلاب الموجة T في الإتجاهات II و III و aVF.

20- ناظم الخطى المؤقت وإزالة الرجفان

ُيستخدم التنبيه بناظم الخطى المؤقت بعد العمل الجراحي لمعالجة حالات تباطؤ أو عدم إنتظام ضربات القلب بحيث تتم المحافظة على سرعة مناسبة لضربات القلب وعلى صحة التزامن الأذيني-البطيني. لأجهزة ناظم الخطى المؤقت شكلين رئيسيين:

1- **أجهزة تنبيه الحجرة الوحيدة** single chamber، وهي ُتستخدم عادة لتحريض تقلّصات البطينين، لكن غياب التزامن الأذيني-البطيني في هذه الحالة يترافق مع خسارة 25% من الإمتلاء البطيني. يتطلّب جريان التيار الكهربائي بين ناظم الخطى والبطينين وجود قطبين إثنين، أحدهما سلبي يقوم بالتنبيه والآخر إيجابي يعمل كقطب أرضي. يتم عادة زرع سلكي تنبيه على سطح البطين الأيمن، أو يمكن كبديل أن نزرع سلك تنبيه وحيد على سطح البطين ووصل القطب الأرضي إلى إبرة ُتغرز في الطبقة الشحمية تحت الجلد للمريض.

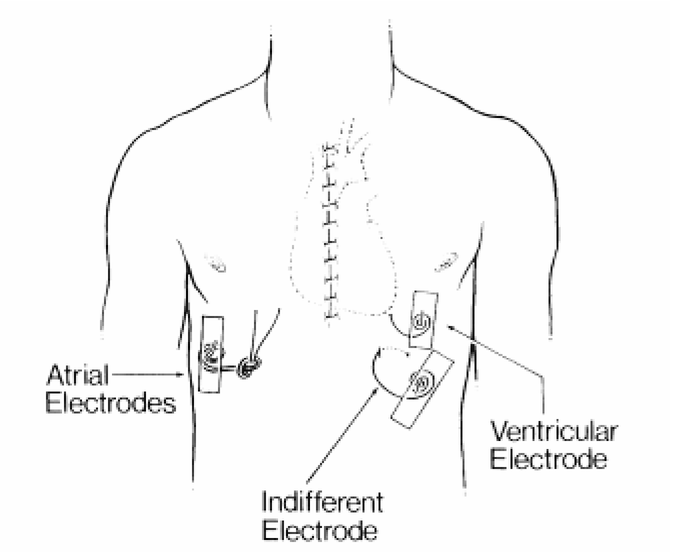
2- **أجهزة تنبيه الحجرتين** dual chamber. ُتستخدم هذه الأجهزة في غالبية مرضى جراحة القلب، وهي تقوم بتحريض تقلصات الأذينتين ثم البطينين بشكل متسلسل مما يساهم في تحسين نتاج القلب. ُتزرع في هذه الحالة أربعة أسلاك للتنبيه، ُيثبت إثنان منها على سطح الأذينة اليمنى وُيستخدمان لتنبيه الأذينتين، بينما ُيثبت الآخران على سطح البطين الأيمن لُيستخدما لتنبيه البطينين (الشكل 1).



الشكل 1 – زرع أسلاك التنبيه على سطح القلب.

يتم دوماً وبالتعريف تثبيت أسلاك التنبيه الأذينية على الجانب الأيمن من الصدر بينما يتم تثبيت أسلاك التنبيه البطينية على جانبه الأيسر (الشكل 2)، وتوصل هذه الأسلاك إلى جهاز ناظم الخطى عبر كَبلات توصيل معقمة.

تُنـزع أسلاك ناظم الخطى عادة بعد 4-5 أيام من العمل الجراحي. يُطلب من المريض أثناء هذا الإجراء أن يّتخذ وضعية الإستلقاء على الظهر، وأن يبقى كذلك لمدة 30 دقيقة بعده بهدف المراقبة. قد يؤدي نزع الأسلاك في حالات نادرة إلى حدوث نزف مفاجئ تالي لتمزق سطح القلب أو وعاء دموي مجاور، وقد يلي ذلك خلال دقائق تطوّر السطام التأموري بسبب تجمّع الدم في جوف التأمور. تُعالج هذه الحالة بفتح الصدر الإسعافي لتفريغ الدم وترميم الوعاء المتمزّق.



الشكل 2 – الطريقة التقليدية لتثبيت أسلاك التنبيه على جدار الصدر.

ضبط عمل ناظم الخطى

نظام التنبيه mode

يجب إختيار نظام التنبيه (الأذيني أو البطيني أو الأذيني-البطيني)، وكذلك الإختيار ما بين التنبيه بسرعة ثابتة أو التنبيه عند الحاجة. يُستخدم نظام التنبيه بسرعة ثابتة fixed في بعض الأحيان لمعالجة حالات تباطؤ القلب، لكن

عودة النظم الذاتي للقلب قد تُعرّض المريض في حال إستمرار التنبيه إلى إضطرابات خطيرة في نظم القلب. لذلك يُعتبر نظام التنبيه عند الحاجة demand الطريقة الأفضل عند معظم المرضى. يُرمز إلى أنظمة التنبيه المختلفة باستعمال ثلاثة حروف أجنبية، يرمز الأول منها إلى الحجرة التي يتم تنبيهها (V: الأذينتين، A:البطينين، D: كلاهما)، والثاني إلى الحجرة التي يتم تحسس الفعالية الكهربائية القلبية داخلها (V: الأذينتين، A:البطينين، D: كلاهما، O: لا يُجرى تحسس للفعالية الكهربائية القلبية)، بينما يرمز الحرف الثالث إلى إستجابة ناظم الخطى للفعالية الكهربائية القلبية (I: تؤدي الفعالية الكهربائية القلبية إلى تثبيط ناظم الخطى عن التنبيه، T: تؤدي الفعالية الكهربائية القلبية إلى تحريض ناظم الخطى على التنبيه، D: يمكن حدوث كلا الإستجابتين المثبّطة والمُحرّضة في أجهزة تنبيه الحجرتين).

أنظمة التنبيه شائعة الإستعمال	
VVI	التنبيه البطيني عند الحاجة
AAI	التنبيه الأذيني عند الحاجة
DDI/DDD	التنبيه الأذيني-البطيني عند الحاجة
AOO	التنبيه الأذيني بسرعة ثابتة
VOO	التنبيه البطيني بسرعة ثابتة

النتاج output

وهو طاقة التنبيه التي يُطلقها ناظم الخطى، وتُقاس بالميلي أمبير. تُعرف "عتبة التنبيه pacing threshold" بأنها الحد الأدنى من الطاقة الكهربائية التي تستطيع أن تُنبّه العضلة القلبية. يتم دوماً التنبيه بنتاج يعادل ضعف عتبة التنبيه، وذلك لأن الوذمة القلبية التي تتشكّل تدريجياً حول سلك التنبيه تؤدي إلى إرتفاع مترقي في عتبة التنبيه.

الحساسية sensitivity

وهي مستوى الفعالية الكهربائية القلبية التي يستطيع ناظم الخطى تفسيرها كنبضة أذينية أو بطينية، والتي تؤدي بالتالي إلى تثبيط عمله (نظام التنبيه عند الحاجة).

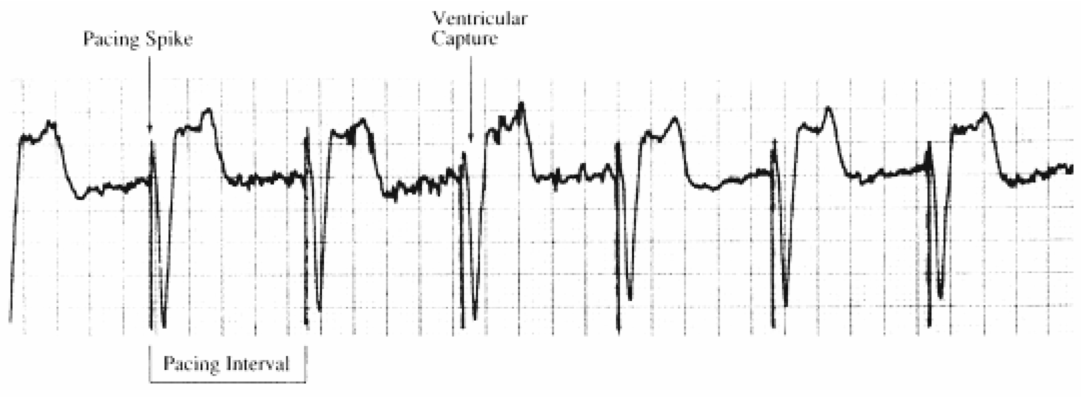
تقييم عمل ناظم الخطى

يتم تقييم عمل ناظم الخطى عن طريق دراسة الوظائف الثلاثة الأساسية للجهاز على مخطط القلب الكهربائي. سنقوم هنا بعرض طريقة تقييم عمل ناظم الخطى الذي يعمل بنظام VVI (التنبيه البطيني عند الحاجة)، ويمكن تطبيق هذه المبادئ لتقييم الأنظمة الأخرى:

الوظائف الأساسية لناظم الخطى

1- **إطلاق التنبيه:** وهي قدرة الجهاز على توليد وتحرير الطاقة المُنبّهة للقلب.
2- **إلتقاط التنبيه:** وهي قدرة موجة التنبيه على إزالة إستقطاب الحجرة التي يتم تنبيهها.
3- **التحسس:** وهي قدرة الجهاز على التعرّف على الفعالية الكهربائية الذاتية للقلب والإستجابة لها.

يعمل ناظم الخطى بنظام VVI على تنبيه البطينين بالسرعة التي تم تحديدها إلا في حال ظهور الفعالية الكهربائية الذاتية للبطينين التي تقوم بتثبيط عمل ناظم الخطى. يمكن قياس سرعة التنبيه بناظم الخطى من المسافة ما بين موجتي تنبيه لا تفصلهما ضربة قلبية ذاتية. يؤدي العمل السليم لناظم الخطى إلى ظهور موجات حادة منتظمة تدل على التنبيه (إطلاق التنبيه) تفصلها المسافة التي تم تحديدها، ويلي كلٍ منها موجة إزالة إستقطاب بطينية (إلتقاط التنبيه). يستطيع ناظم الخطى التعرّف على الفعالية الكهربائية الذاتية للبطينين في حال ظهورها (التحسس) مما يؤدي إلى تثبيط موجة التنبيه التالية.



الشكل 3 – تخطيط القلب الكهربائي أثناء العمل السليم لناظم الخطى بنظام VVI.

إطلاق التنبيه

يشير ظهور الموجات الحادة على مخطط القلب الكهربائي إلى وجود ما يكفي من الطاقة في بطاريات ناظم الخطى لإطلاق التنبيه وإلى أن هذا التنبيه قد دخل إلى الجسم (لكن ليس بالضرورة إلى القلب). يؤكد ذلك أيضاً سلامة الإتصال ما بين جهاز ناظم الخطى وكبلات التوصيل وأسلاك التنبيه.

تغيب الموجات الحادة عن مخطط القلب الكهربائي في حال وجود عطل في ناظم الخطى أو البطاريات، أو عند فقدان الإتصال في أحد أجزاء النظام مما يمنع من وصول التنبيه إلى الجسم.

إلتقاط التنبيه

يشير ظهور مركب QRS عريض بعد الموجة الحادة إلى إلتقاط التنبيه، ويمثل ذلك قدرة موجة التنبيه على إزالة إستقطاب البطينين. يدل غياب مركب تنبيه البطينين بعد ظهور الموجة الحادة على عدم القدرة على إلتقاط التنبيه، وقد يحدث ذلك بسبب:

1 - ضعف طاقة التنبيه. يمكن تصحيح ذلك عن طريق زيادة النتاج الكهربائي لناظم الخطى.

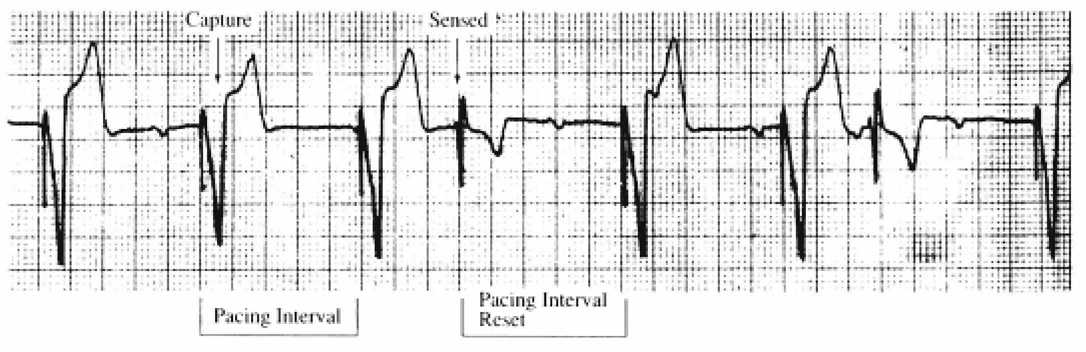
2 - فقدان تماس سلك التنبيه مع القلب. ُيعالج ذلك بزرع سلك تنبيه جديد في العضلة القلبية.

3 - دخول سلك التنبيه في نسيج قلبي مصاب بالإحتشاء وغير قادر على الإستجابة للتنبيه. ُيعالج ذلك بزرع سلك تنبيه جديد في نسيج قلبي سليم.

4 - وجود إضطراب في توازن الشوارد أو إستعمال أحد الأدوية التي تقوم بتعديل قدرة القلب على الإستجابة لموجة التنبيه.

التحسس

وهي تعرف الجهاز على الفعالية الكهربائية الذاتية للقلب ومن ثم تثبيط موجة التنبيه التالية. ُيشترط لقيام الجهاز بالتحسس أن يتم ضبط ناظم الخطى على نظام التنبيه عند الحاجة demand وأن تتواجد فعالية كهربائية ذاتية للقلب. ُيظهر الشكل التالي تخطيط القلب الكهربائي أثناء العمل السليم لناظم الخطى بنظام VVI، ثم ظهور مركبي QRS ذاتيين يتحسسهما الجهاز بشكل صحيح مما يؤدي إلى إختفاء موجة التنبيه الُمتوقعة.



الشكل 4 – تخطيط القلب الكهربائي أثناء العمل السليم لناظم الخطى بنظام VVI، مع سلامة وظائف الإلتقاط والتحسس.

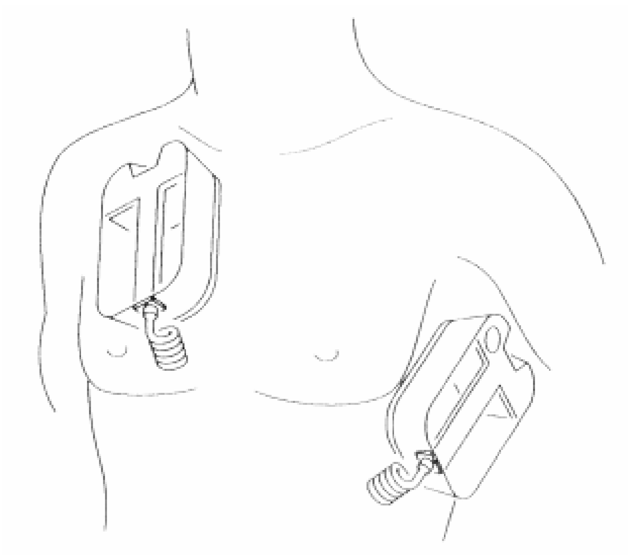
العناية التمريضية بأسلاك التنبيه
يتم تثبيت أسلاك التنبيه وكبلات التوصيل على صدر المريض بإحكام، مع الإنتباه أثناء تحريك المريض لتفادي تفكك الوصلات أو نزع أسلاك ناظم الخطى. عند الإنتهاء من إستعمالها، يتم لف أسلاك التنبيه بقطعة من الشاش الجاف ثم تُثبّت على جدار الصدر بشريط لاصق. من الهام أن ترتدي الممرضة الكفوف المطاطية خلال كافة تعاملاتها مع أسلاك التنبيه وذلك للوقاية من مرور التيارات الكهربائية الشاردة عبر الأسلاك إلى القلب، والتي قد تكون كافية للتسبب بحدوث الرجفان البطيني.

إزالة الرجفان

إزالة الرجفان هي القيام بتطبيق شحنة كهربائية على عضلة القلب بقصد إزالة إستقطاب كافة الخلايا العضلية القلبية في وقت واحد. يؤدي ذلك إلى إستعادة العقدة الجيبية لدورها كناظم الخطى الرئيسي، ويعود النظم الجيبي الطبيعي للقلب. تُجرى عملية إزالة الرجفان عادة عندما يؤدي أحد أشكال إضطرابات نظم القلب إلى هبوط شديد في الضغط الشرياني، كما في حالات التسرّع البطيني أو الرجفان البطيني، لكنها لا تفيد في معالجة حالة توقف القلب كُلياً عن النبضان. تُعتبر عملية إزالة الرجفان أحد أهم إجراءات الإنعاش القلبي، ويُشكّل تعلّمها جزءاً أساسياً من تدريب الطاقم التمريضي.

قبل إجراء إزالة الرجفان، لا بد من تنبيه كافة العناصر الموجودة إلى ضرورة تفادي وجود أي تماس مع المريض أو السرير، وذلك لتجنب الإصابة بصدمة كهربائية قد تكون خطيرة. يسمح تطبيق الهلام (الجِل gel) على قبضتي جهاز الصدمة بتحقيق التماس الكهربائي اللازم ما بين القبضتين والمريض لحماية الجلد من الإصابة بالحروق.

تُطبّق القبضتين على صدر المريض بحيث تقع إحداهما على الجانب الأيمن لعظم القص وتقع الأخرى على خط منتصف الإبط الأيسر في مستوى المسافة الوربية الخامسة، وبذلك يقع معظم القلب ما بين قبضتي جهاز إزالة الرجفان. يُستعمل لإزالة الرجفان عادة تيار بقوة 200 جول، وتُكرر المحاولة بتيار 300 جول ثم 360 جول في حال فشل المحاولة الأولى. فيما عدا الثواني التي يتم خلالها إجراء إزالة الرجفان، يجب أن تستمر إجراءات الإنعاش القلبي-التنفسي طوال فترة توقف القلب إلى أن يستقر نظم القلب.



الشكل 4 – الوضعية الصحيحة لقبضتي جهاز الصدمة على صدر المريض.

قلب النظم cardioversion

يُطلق إسم إجراء قلب النظم (ويسمى كذلك الإزالة المتزامنة للرجفان synchronized defibrillation) على عملية توقيت الصدمة الكهربائية بحيث تحدث خلال مرحلة إزالة الإستقطاب البطيني، والتي يشير إليها ظهور موجة R على مخطط القلب الكهربائي. يمنع ذلك من تنبيه الخلايا العضلية القلبية خلال مرحلة عودة الإستقطاب الحرجة، وبالتالي فهو يُنقص من إحتمال إنقلاب النظم إلى الرجفان البطيني. تُستخدم عملية قلب النظم عادة لمعالجة إضطرابات النظم التي تظهر فيها موجة R واضحة، كما في حالات الرجفان الأذيني والتسرّع فوق البطيني والتسرّع البطيني.

لإجراء قلب النظم، توصل مساري تخطيط القلب الكهربائي إلى المريض ويتم إختيار المسرى الذي يُظهر موجة R بشكل واضح، ويُضغط الزر المناسب لتحويل جهاز الصدمة إلى وضعية "التزامن synchronized". تتفاوت قوة الشحنة الكهربائية اللازمة ما بين إضطرابات النظم المختلفة، فمعالجة إضطرابات النظم المنتظمة (مثل التسرّع فوق البطيني والتسرّع البطيني) تتطلّب شحنة أقل مما تتطلّبه معالجة إضطرابات النظم غير المنتظمة (مثل الرجفان الأذيني). تقوم الممرّضة بتطبيق قبضتي جهاز الصدمة على صدر المريض بنفس الطريقة المذكورة أعلاه ثم تضغط زر تطبيق الصدمة، فيقوم الجهاز بتطبيق الشحنة الكهربائية عند ظهور أول موجة R على مخطط القلب الكهربائي. يمكن أن تكرر محاولة قلب النظم بتيار أقوى في حال فشل المحاولة الأولى.

21- العناية التنفسية

يشكو الكثير من المرضى، خاصة المدخنين، من تشكّل كميات كبيرة من القشع في الرئتين، كما أن إستعمال أدوية التخدير والشقوق الجراحية وإستعمال دارة القلب-الرئة الاصطناعية تؤدي إلى تـدنّي وظـائف الرئـة وآليات التنفس بشكل كبير بعد العمل الجراحي. لذلك فإن توفير الصحة التنفسية المناسبة يعتبر أحـد أهـم عناصر العناية التمريضية لتجنب تراكم القشع في الرئتين وانسداد الطرق التنفسية وصعوبة التنفس.

الفطام عن جهاز التنفس الإصطناعي

يُغادر المرضى غرفة العمليات عادة بحالة من التنبيب الرغامي والتهوية الآلية. يصل غالبية المرضى إلى حالة طبية تسمح بنـزع تنبيب الرغامى خلال فترة قصيرة من الوصول إلى وحدة العناية المشددة، ويُشترط لذلك معاكسة التأثيرات المتبقية لكافة أدوية التخدير والمرخيات العضلية. يمكن عند الضرورة أن نستخدم أحد المهدئات قصيرة الأمد (مثل البروبوفول Propofol) بالمشاركة مع المسكنات.
يمكن عادة فطام المريض عن جهاز التنفس الإصطناعي بسرعة بعد فترة تجريبية قصيرة من التنفس العفوي عبر أنبوب الرغامى مع وصلة T أو الـ CPAP، وتُراقب الوظائف التنفسية وحالة الدوران بدقة خلال هذه الفترة للتأكد من إمكانية نزع الأنبوب الرغامي. قد يتأخر فطام المرضى المصابين بأحد الحالات الطبية التالية:

1- وجود آفة رئوية سابقة أو الإصابة بذات الرئة.
2- قصور وظيفة البطين الأيسر.
3- الريح الصدرية أو إنصباب الجنب.
4- الأذيات العصبية.

شروط فطام المريض عن جهاز التنفس الإصطناعي
1- المريض واعي ومتجاوب مع الأوامر الكلامية. 2- إستقرار حالة الدوران: الضغط الوسطي أعلى من 80 ملم زئبق دون الإعتماد على جرعات عالية من الدواعم القلبية ودون وجود إضطرابات في نظم القلب. 3- لا يوجد نزف هام عبر مفجرات الصدر (أقل من 50 مل/ساعة). 4- درجة حرارة الجسم طبيعية. 5- سرعة التنفس أقل من 24 حركة/دقيقة. 6- الدعم التنفسي لا يتجاوز إستعمال الأوكسجين بتركيز 50% والـ PEEP أقل من 5 سم ماء. 7- غازات الدم الشرياني طبيعية.

العناية التمريضية بأنبوب الرغامى والطرق التنفسية

لا شك أن المحافظة على خلو الطرق الهوائية وأنبوب الرغامى من القشع هي إحدى أكثر مهام الفريق التمريضي أهمية، فأنبوب الرغامى هو في الواقع جسم غريب يجعل المريض أكثر عرضة للاصابة بالإنتانات التنفسية، كما أن أنبوب الرغامى يتجاوز وسائط الدفاع في الحنجرة ويعيق الوظيفة الدفاعية الطبيعية للطبقة المخاطية والطبقة الظهارية المُهدّبة في الرغامى. يمكن ضمان بقاء الطرق الهوائية سالكة عن طريق المحافظة على الوضعية السليمة لأنبوب الرغامى ومص المفرزات منه بشكل صحيح.

وضعية أنبوب الرغامى

يمكن التأكد من التوضّع الصحيح لأنبوب الرغامى بالإعتماد على صورة الصدر الشعاعية: يجب أن تتوضّع ذروة أنبوب الرغامى على إرتفاع لا يقل عن 2.5 سم من تفرّع الرغامى، وذلك لأن إرتكاز الأنبوب على منطقة تفرّع الرغامى يؤدي إلى صعوبة مص المفرزات منه وإلى سوء التهوية، كما أن فرط إدخال الأنبوب قد يؤدي إلى دخوله إلى القصبة الرئيسية اليمنى ومن ثم إلى سوء تهوية وإنخماص الرئة اليسرى. بالإضافة إلى ذلك، يجب على الكُم الهوائي لأنبوب الرغامى أن يملئ لمعة الرغامى دون أن يضغط بشدة على جدرانها. يتم تثبيت

أنبوب الرغامى في وضعيته الصحيحة بالشريط اللاصق والأربطة التي يجب أن تمنع حركة الأنبوب لكن دون أن تعيق العود الوريدي من الرأس والعنق.

مص المفرزات القصبية

في الحالة الطبيعية، تقوم الطبقة المخاطية والطبقة الظهارية المُهدّبة في الرغامى بنقل كافة الشوائب التي تدخل مع الهواء نحو أعلى الرغامى بحيث يتم التخلّص منها عن طريق التقشّع. يعيق وجود أنبوب الرغامى هذه الوظيفة الدفاعية الطبيعية، ولذلك يتم التعويض عن هذه الوظيفة في حالات التنبيب عن طريق القيام بمص المفرزات من الرغامى. على الرغم من أن هذا الإجراء بسيط وآمن إلا أنه شديد الإيلام بالنسبة للمريض، فدخول قثطرة مص المفرزات إلى الطرق الهوائية يؤدي إلى تحريض شديد لمنعكس السعال الطبيعي عند المريض. لذلك يُجرى مص المفرزات من أنبوب الرغامى في الحالات التالية فقط:

- وجود مفرزات يمكن سماعها بوضوح.
- تدهور غازات الدم الشرياني مع إرتفاع الضغوط في الطرق الهوائية.
- مباشرة قبل نزع تنبيب الرغامى.

يجب أن تُجرى عملية مص المفرزات دوماً بشكل عقيم، وأن ترتدي الممرضة الكفوف المعقمة والنظارات الواقية لتحمي نفسها من الرذاذ المتطاير. يمكن تخفيف حدّة الرض الذي تتعرّض له أنسجة الرغامى باستعمال ضغط سلبي لا يتجاوز الـ - 200 كيلوباسكال، وباستعمال أصغر قثطرة مص ممكنة لا تتجاوز نصف قطر أنبوب الرغامى المستعمل.

المعالجة بالأوكسجين

تؤدي حالة فرط الإستقلاب وعودة التدفئة بعد العمل الجراحي القلبي إلى زيادة إستهلاك الجسم للأوكسجين بشكل كبير مما يتطلّب توفير زيادة مناسبة في توصيل الأوكسجين. من الشائع أن يُستخدم الأوكسجين المُرطّب بتركيز 0.4-0.6 لتصحيح حالة النقص النسبي في الأكسجة خلال الـ 24 ساعة الأولى بعد الفطام عن المنفسة.

هناك نوعان رئيسيان لأقنعة الأوكسجين المستخدمة بعد العمل الجراحي، وهي:

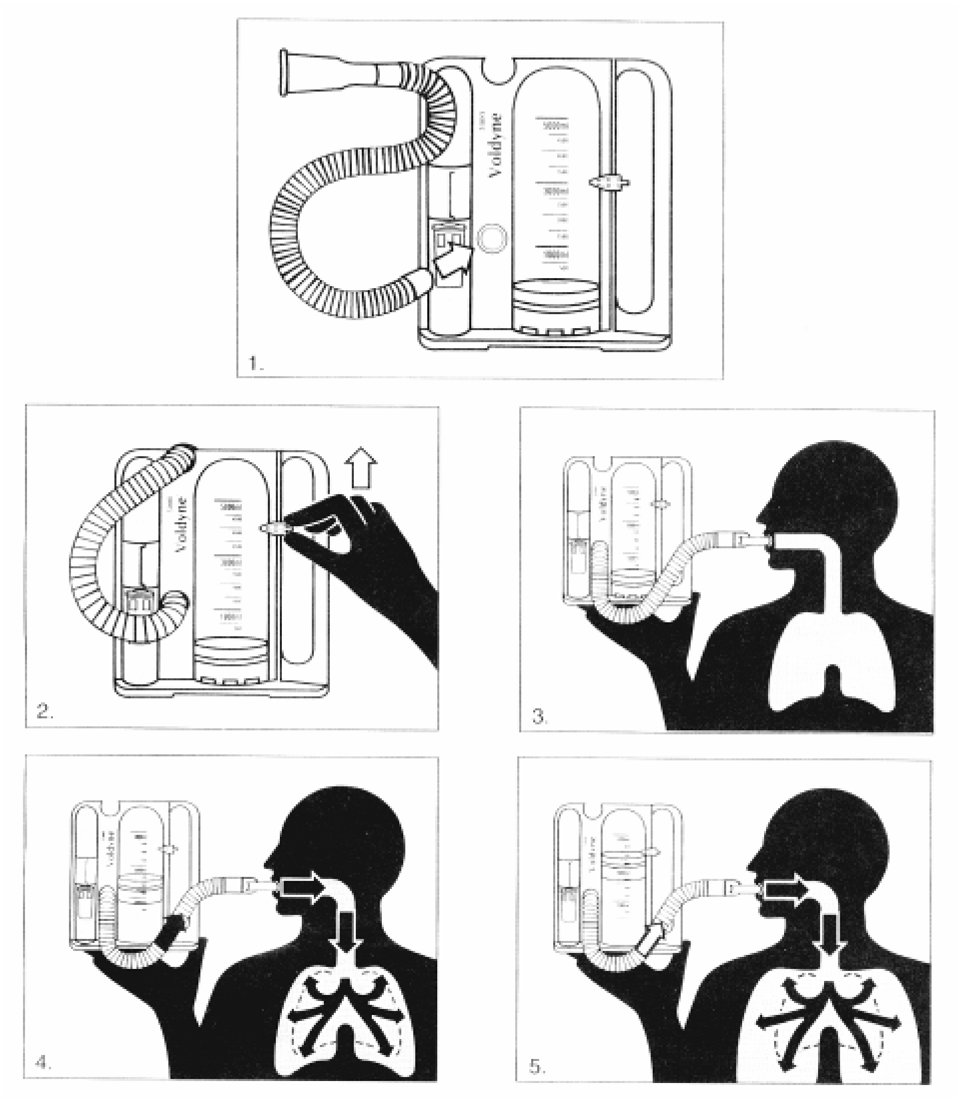
1- **أقنعة الجريان السريع للغاز.** تقوم هذه الأقنعة بضخ تيار قوي من الأوكسجين، مما يؤدي إلى تفريغ حجرة القناع من هواء الغرفة وتحقيق تركيز ثابت من الأوكسجين داخلها. تستخدم هذه الأقنعة بشكل خاص لمعالجة المرضى المصابين بآفات رئوية مزمنة.

2- **أقنعة الجريان البطيء للغاز.** يؤدي إستخدام هذه الأقنعة مع معدل جريان أوكسجين أقل من 5 ليتر/دقيقة إلى إعادة إستنشاق جزء كبير من هواء الزفير الفقير بالأوكسجين. من الممكن أن نرفع تركيز الأوكسجين الذي يصل إلى المريض إلى 60% بزيادة معدل جريان الأوكسجين إلى 6-10 ليتر/دقيقة، أو إذا ما أضفنا كيس التخزين إلى القناع، لكن بشرط رفع معدل جريان الأوكسجين إلى درجة كافية للمحافظة على إنتفاخ كيس التخزين أثناء الشهيق. تعتبر **القنيات الأنفية** إحدى الوسائط العلاجية ذات الجريان البطيء، ولكنها تكفي لمعالجة الحالات الأقل حدة التي يمكن معالجتها بالأوكسجين غير المُرطّب.

يلعب الفريق التمريضي دوراً بالغ الأهمية أثناء معالجة المريض بالأوكسجين. من الضروري أن تتعلّم الممرضة كيفية استخدام أجهزة التزويد بالأوكسجين في الحالات الإسعافية، كما يجب عليها مراقبة عمل هذه الأجهزة وإستجابة المريض للمعالجة بإستمرار. يجب أن تستمر المعالجة بالأوكسجين إلى أن يتم تحقيق إشباع كاف وثابت للأوكسجين في الأنسجة أثناء تنفس المريض لهواء الغرفة الطبيعي.

المعالجة الفيزيائية التنفسية

تشتمل المعالجة الفيزيائية التنفسية بعد العمل الجراحي على تشجيع الحركة والتنفس العميق والسعال، ويساعد إستخدام "مقياس التنفس المحفز incentive spirometer" أيضاً في تشجيع المريض على التنفس العفوي العميق. يساعد التنفس العميق في التخلّص من المفرزات القصبية، ويقوّي العضلات التنفسية، ويزيد حجم الهواء داخل القفص الصدري، ويُحسّن حركة جدار الصدر والأضلاع. يعاني المرضى بعد عمليات القلب الجراحية من الكثير من الألم، ومن الهام هنا أن نؤكد على الدور الكبير الذي يلعبه التسكين الجيد للألم في تحسين قدرة المريض على القيام بجهد تنفسي عميق.



الشكل 1 - طريقة إستعمال مقياس التنفس المحفز. (1) توصل النهاية الحرة للأنبوب إلى الفوهة الجانبية للجهاز. (2) يقوم الطبيب بتحديد حجم الشهيق المرغوب تحقيقه. (3) يُحمل الجهاز بشكل عمودي وتُطبَق الشفتان حول القطعة الفموية بإحكام. (4) يؤدي الشهيق العميق إلى إرتفاع المؤشر الموجود في غرفة التنفس. تُرفع القطعة الفموية من الفم في نهاية الشهيق ويُحبس النفس إلى أقصى مدة ممكنة، ثم يتم الزفير بشكل طبيعي. (5) يساعد التدريب المتكرر على التنفس العميق على رفع المؤشر إلى أن يصل إلى حجم الشهيق المرغوب تحقيقه.

تشير شكوى المريض من الحمى وضيق النفس، ونقص الأكسجة، وظهور الخراخر القصبية وتناقص الأصوات التنفسية عند إصغاء الصدر إلى إحتباس المفرزات القصبية أو إنخماص الرئة. كذلك فإن سماع الوزيز القصبي يشير إلى حدوث التشنّج القصبي، وإلى ضرورة تكثيف المعالجة الفيزيائية التنفسية. يساعد إرذاذ الأدوية الموسعة للقصبات عبر قناع الوجه في التغلّب على التشنّج القصبي، كما أن تمييع المفرزات القصبية يسهّل عملية التخلّص منها عن طريق التقشّع. يحتاج بعض المرضى المصابين بضعف القدرة على السعال إلى إجراء التنظير القصبي للتخلّص من بعض المفرزات القصبية اللزجة والسماح بعودة إنتفاخ الرئة.

22- العناية بمفجرات الصدر

تُزرع مفجرات الصدر في المنصف وفي الجنب أثناء الجراحة بهدف منع تجمّع السوائل أو الدم داخل الصدر بعد العمل الجراحي. توصل المفجرات إلى زجاجات للتفجير تحتوي على الماء (2 سم تحت مستوى سطح الماء) الذي يعمل كصمام وحيد الإتجاه يسمح أثناء الزفير بطرح الهواء والسوائل عبر الأنابيب, بينما يمنع عودة دخول الهواء إلى داخل الصدر أثناء الشهيق. يتم عادة تطبيق ضغط سلبي لطيف بمقدار - 20 سم ماء على زجاجات التفجير لتشجيع خروج السوائل من الصدر.

العناية التمريضية بمفجرات الصدر

تقوم المُمرضة بتثبيت أنابيب التفجير بإحكام لمنع الشد على مفجرات الصدر مما قد يؤلم المريض، وتُحافظ على الجزء الأكبر من نظام التفجير مكشوفاً بشكل يسمح بالفحص المتكرر للأنابيب دون إزعاج المريض. يجب تجنّب وجود طول مُفرط لأنبوب التفجير لأن ذلك قد يؤثر على قدرة نظام التفجير على نزح السوائل. يُستخدم عادة الشريط اللاصق لدعم الوصلات البلاستيكية بين الأنابيب لكن بشرط عدم إعاقة إمكانية فحص هذه الوصلات عند الضرورة.

تقوم المُمرضة بتسجيل حجم النـز عبر المفجرات كل ساعة (أو بشكل أكثر تكراراً في حال حدوث نـزف هام)، ويتم إعلام الطاقم الطبي عن وجود أي نـزف هام. تقوم الممرضة أيضاً بتمسيد المفجـرات بلطـف بشكل منتظم لمنع تخثر الدم ضمنها، لكن من الضروري أن نتجنب التمسيد العنيف الذي قد يسبب تـشكّل ضغط سلبي شديد في المنصف قد يصل إلى - 300 سم ماء، مما قد يؤلم المريض أو يزيد من حدة النـزف.

يشير الخروج المستمر للفقاعات الهوائية عبر المفجرات إلى وجود تسريب هوائي، وهنا يجب فحص المفجرات وزجاجات التفجير بدقة للتأكد من سلامة الوصلات البلاستيكية. **يجب تجنب إغلاق مفجرات الصدر** في **أية مرحلة من العناية بعد العمل الجراحي، حتى أثناء نقل المريض،** لأن ذلك يُعرّض المريض للخطر الـشديد في حال وجود تسريب هوائي. يؤدي إغلاق مفجرات الصدر في هذه الحالة إلى تجمّع الهواء بسرعة في الـصدر وتشكّل ريح صدرية ضاغطة قد تكون مميتة.

لا يُنصح عادة بتغيير زجاجات التفجير إلا عند الضرورة، وذلك لتفادي خطر تلوّث نظام التفجير وحدوث الإنتان. تتم عملية تغيير زجاجات التفجير بفصل الضغط السلبي عن الزجاجة وإغلاق المفجر بملقطين إثنين في أقرب نقطة ممكنة من مدخله عبر جدار الصدر، ثم وصل الزجاجة الجديدة بسرعة.

يسبب وجود مفجرات الصدر آلاماً شديدة حشوية وفي نقاط عبورها لجدار الصدر، كما أنهـا تـؤدي إلى الصعوبة في التنفس العميق وتحدد حركة المريض. تتحسن هذه الأعراض بسرعة بعد إزالة المفجرات، والتي تتم عادة في مساء اليوم التالي للعملية الجراحية، لكن المفجرات قد ُتترك لفترة أطول في بعض الحالات الخاصة.

نزع مفجرات الصدر

ُتنـزع مفجرات الصدر عادة عندما يقل حجم السائل النازح عن 20 مل/ساعة لمدة ثلاثة ساعات متتالية.
ُتسبب عملية نزع مفجرات الصدر آلاماً شديدة، ولهذا فمن الضروري أن نقوم بتسكين المريض بشكل جيد قبل نزع المفجرات.
ُيطلب من المريض أن يقوم بمناورة فالسالفا في نهاية الشهيق أثناء نزع المفجرات للحد من إحتمال دخول الهواء إلى جوف الجنب، وُتستخدم الخيوط التي يتم زرعها أثناء إدخال المفجرات لإغلاق ثقوب الدخول، ثم تتم تغطيتها بضماد عقيم.

23- العناية بالجروح

مبادئ شفاء الجروح

ُيقسم تطوّر عملية شفاء الجروح الجراحية إلى ثلاثة مراحل رئيسية هي الإلتهاب ثم التكاثر, وأخيراً النضج. تمثّل **مرحلة الإلتهاب** الإستجابة المناعية الطبيعية للجسم، وهي تبدأ مباشرة أثناء العمل الجراحي عندما تتأذى الأنسجة المحلية والدوران الدموي الدقيق بالشق الجراحي. تقوم الخلايا الإلتهابية المختلفة (خاصة الكريات البيض) بتحرير مواد كيميائية عديدة ذات خواص محرّضة على النمو وخواص كيميائية جاذبة للخلايا. تؤدي الخاصّية الأخيرة في البدء إلى تدفّق الكريات البيض المعتدلة، وفي مرحلة لاحقة ُتحرّض على نشاط الكريات البيض البالعة واللمفاويات. تقوم الصفيحات في نفس الوقت بتحرير عامل النمو الصفيحي الذي يلعب دوراً هاماً في عملية الإلتهاب.

تبدأ **مرحلة التكاثر** بنمو الخلايا البطانية الوعائية وتشكّل أوعية دموية جديدة بتأثير عوامل عديدة منها عامل النمو الصفيحي، ويساعد هذا التصنّع الوعائي على تزويد الأنسجة المتأذية بالدم اللازم لعملية الشفاء. تتجمّع كذلك الخلايا المولّدة للألياف لتلعب دوراً أساسياً في تصنيع ألياف الكولاجين. تتضمّن عملية إصلاح الأنسجة المتأذية أيضاً تكاثر الخلايا الظهارية ُلتشكل طبقة ظهارية مغطية، يبدأ ذلك خلال 24 ساعة من العمل الجراحي وينتهي في الشقوق الجراحية النظيفة في اليوم الثالث بعد العمل الجراحي.

تستمر **مرحلة النضج** لفترة طويلة يتم خلالها إعادة هندسة النسيج وتقلّص الجرح بسبب تراص ألياف الكولاجين إلى بعضها البعض.

الظروف التي تساعد على شفاء الجروح

تشفى الشقوق الجراحية القلبية عادة بما يسمى "المقصد الأول"، وهي الحالة التي تتمكّن فيها الإستجابة الإلتهابية والمراحل الثلاثة المذكورة أعلاه من تحقيق الشفاء الكامل. يتطلّب الشفاء بالمقصد الأول توفر العديد من الظروف المساعدة، من هذه:

1- الإنتباه إلى سلامة التروية الدموية الموضعّية (التي قد تضطرب في بعض الحالات مثل الداء السكري والتدخين) والحالة التنفسية ونتاج القلب، لأن نقص الأكسجة الموضعية في الأنسجة قد ُيسيء إلى المناعة وُيعطّل تصنيع ألياف الكولاجين وبالتالي يؤخر عملية شفاء الجروح.

2- الإنتباه إلى حاجة المريض من السوائل، لأن حالة الإماهة تؤثر أيضاً على سلامة التروية الدموية الموضّعية والأكسجة النسيجية.

3- قد يؤثر هبوط درجة حرارة الجسم بعد الجراحة القلبية سلباً على عملية شفاء الجروح وذلك بسبب التقّبض الوعائي الموضعي الذي يحدث. لذلك فإن تدفئة المريض حتى درجة الحرارة الموضعية تساعد على تحسين التروية الدموية الموضّعية وبالتالي عملية شفاء الجروح.

مواصفات الضماد الطبي الجيد
1- أن يسمح بالتبادل الغازي، وذلك للمحافظة على مستوى مناسب من الأوكسجين والحموضة. 2- أن يحافظ على نسبة عالية من الرطوبة لتسهيل عملية تكاثر الطبقة الظهارية. 3- أن يحافظ على درجة حرارة طبيعية في الجرح لتسهيل عملية التكاثر الخلوي. 4- أن يساعد على إزالة النسيج المتموت والملوّثات الجرثومية والكيميائية والفيزيائية، وذلك لتقصير مرحلة الإلتهاب ولمنع حدوث الإنتان الجرثومي. 5- أن لا يكون نفوذاً للجراثيم. 6- أن يحمي الجرح الشافي من التأذي بالعوامل الفيزيائية, وأن لا يكون لـصوقاً, ولا يـسبب التحسس, وأن يخلو من المواد الملوثة..

العناية التمريضية بالجروح

تتبع العناية التمريضية بشقوق العمل الجراحي القلبي خطوطاً واضحة: ُيستعمل ضماد بسيط وجاف لتغطيـة الجرح، وذلك لحمايته من التلوّث الخارجي وإمتصاص أي نـز مصلي/دموي يخرج منه. تترك هذه الضمادات على حالها عادة لمدة 48 ساعة، ثم تقوم الممرضة بعد ذلك بفحص جرح القص وتغيير ضماده يوميـاً. تـشير التبدلات التالية إلى تطوّر شفاء الجروح بشكل طبيعي: توقف النـز المصلي/الدموي خلال 3 أيـام، إحمـرار حواف الجرح لمدة 3-5 أيام، ثم إندمال الجرح خلال 7-9 أيام. بالمقابل، فإن ظهور الإحمرار الموضعي الشديد والمؤلم أو النـز القيحي العكر يدل على حدوث الإنتان.

تقوم الممرضة عادة بتنظيف الجرح بمادة معقمة قبل تطبيق الضماد الجديد، وعلى الرغم من أن هذا الإجراء لا يفيد في القضاء على الجراثيم أو في حماية الجرح من الإصابة بالإنتان، إلا أن تنظيف الجرح يساعد على التخلّص من الدم والنز العالقين بالجلد ويُسهّل عملية تقييم حالة الجرح. من المفيد أن نقوم بتدفئة المحلول الذي يستعمل لتنظيف الجرح لأن ذلك أقل إزعاجاً للمريض، ولأن إنخفاض درجة حرارة الجرح قد يُثبّط عملية التكاثر الخلوي ويؤخر إندماله.

من الهام هنا أن نُؤكد على أن عملية التنظيف هذه يجب أن تقتصر على الجلد المحيط بالجرح فقط دون المساس بالجرح نفسه لأن الإحتكاك قد يؤذي النسيج الحبيبي الجديد الذي يعمل على إندمال الجرح، ولأن ألياف الشاش أو القطن الطبي المستعمل للتنظيف قد تتناثر لتدخل الجرح وتؤهب للاصابة بالإنتان.

يجب أن تقوم الممرضة يومياً بتقييم ثبات القص، وذلك بأن تطلب من المريض أن يسعل بينما تضغط بيدها على القص. يشير إهتزاز جزئي القص أو الشعور بالطقطقة إلى تخلخل عظم القص. يجب تنبيه كافة المرضى إلى ضرورة تجّنب الاتكاء على الطرفين العلويين للنهوض من السرير أو الكرسي، وإلى الضغط بكلتا اليدين على عظم الصدر أثناء السعال. كذلك، تُنصح المريضات ذوات الأثداء الكبيرة المتهدلة بإرتداء حمّالة الصدر بشكل مستمر طوال الأسابيع الأولى بعد العمل الجراحي بهدف تخفيف الشد الذي يتعرض له عظم القص.

تتم العناية بجرح الساق بنفس الطريقة. قد يظهر في بعض الأحيان نز مصلي قليل الكمية ناجم عن تنخر النسيج الدهني تحت الجلد، وهو لا يتطلّب سوى تطبيق الضمادات الجافة إلى أن يتوقف النز. تظهر عادة درجة معتدلة من الوذمة في الساق التي استخدمت لحصاد الطعوم عند المرضى القادرين على الحركة. تنجم هذه الوذمة عن إضطراب الدوران اللمفاوي بسبب الشق الجراحي، وتستمر عادة لعدة شهور بعد العمل الجراحي. يمكن التخفيف من شدّة هذه الوذمة بإرتداء الجوارب الضاغطة وبرفع الساقين أثناء الجلوس.

تخلخل القص وإنتانات الجروح

يتباعد في بعض الحالات شقي القص عن بعضهما، ويُسمى ذلك "تخلخل القص". يحدث تخلخل القص أحياناً عند المرضى المصابين بالبدانة أو الداء السكري أو هشاشة العظام أو عند المرضى الذين يتلقون المعالجة بالستروئيدات، وقد يترافق ذلك في بعض الحالات مع وجود الإنتان. يحدث تخلخل القص غير الإنتاني عادة في المراحل الباكرة بعد العمل الجراحي، أما تخلخل القص الإنتاني فيحدث في مرحلة متأخرة.

ينتج إنتان جروح القص عن إنتقال الإنتان من منطقة أخرى من الجسم أو بسبب تلوث جرح القص من مصدر خارجي. قد يكون هذا الإنتان سطحياً أو عميقاً، وقد يؤدي أحياناً إلى إنتشار الإنتان والوفاة. يمكن تصنيف العوامل المختلفة التي تساهم في حدوث الإنتان كما يلي:

1- **عوامل موجودة قبل العمل الجراحي:** الداء السكري، إلتهاب القصبات المزمن، الإقامة في وحدة العناية المشددة قبل الجراحة، البدانة، العمر المتقدم (أكبر من 70 سنة)، والتدخين.

2- **عوامل أثناء العمل الجراحي:** إستخدام الشريان الثدي الباطن، طول فترة العمل الجراحي (أكثر من 4 ساعات)، وطول فترة إستعمال دارة القلب-الرئة الإصطناعية (أكثر من ساعتين).

3- **عوامل تحدث بعد العمل الجراحي:** هبوط الضغط الشرياني ونقص التروية أو نقص الأكسجة الدموية، إستعمال الدواعم القلبية المُقبِّضة للأوعية، إستعمال التهوية الآلية لأكثر من 48 ساعة، إجراء الإنعاش القلبي-التنفسي، إعادة فتح الصدر لمعالجة النـزف، ونقل الدم.

على الرغم من عدم قدرتنا على تغيير أو السيطرة على الكثير من العوامل المذكورة أعلاه، إلا أن تحديد عوامل الخطورة الموجودة عند كل مريض على حدة ُيساعد على التعرّف على المرضى الأكثر عُرضة لخطر الإصابة بالإنتان، وعليه يمكننا أن نتوجه نحو الكشف المبكر عن الإنتانات وعلاجها الفوري.

يؤدي **الإنتان السطحي** لجرح القص إلى ظهور إحمرار موضعي مع بعض النـز من الجرح، ويستجيب ذلك عادة للمعالجة بالصادات مع العناية التمريضية الجيدة بالجرح. أما **الإنتان العميق** فيترافق مع إرتفاع درجة حرارة المريض وإلتهاب النسيج الخلوي حول الجرح مع الألم وتخلخل القص، بالإضافة إلى ظهور نـز قيحي منه. يحدث الإنتان العميق عادة بعد 2-3 أسابيع بعد العمل الجراحي، وقد يتطوّر إلى إختلاطات أكثر خطورة مثل إلتهاب المنصف الأمامي الذي قد يمتد إلى العضلة القلبية أو الطعوم الإكليلية أو الصمامات البديلة، ويترافق مع نسبة عالية من الوفيات قد تصل إلى 20-40%.

تتضمّن معالجة تخلخل القص إعادة تثبيته جراحياً، بالإضافة إلى معالجة الإنتان في حال وجوده. تُعالج حالة الإنتان العميق لجرح القص بتحديد العامل المُمرض وإعطاء الصادات النوعية للجراثيم العنقودية وسلبيات الغرام لعدة أسابيع. قد تتطلّب بعض الحالات إجراء التفجير الجراحي، أو تنضير المنصف من الأنسجة المتنخرة والقيح، أو زرع قثطرة في المنصف لإرواء المنطقة بالصادات أو اليود. تُعالج الحالات التي تفشل فيها طرق المعالجة المحافظة المذكورة أعلاه بإجراء عمليات جراحية تصنيعية تستخدم فيها طعوم من الثرب أو من العضلات الصدرية الكبيرة أو المستقيمة البطنية، وذلك من أجل تشجيع إلتئام جرح القص.

تحدث إنتانات جروح الساق أحياناً عند المرضى المصابين بالبدانة أو الداء السكري أو نقص التروية المحيطية. يؤدي حدوث الإنتان إلى إلتهاب النسيج الخلوي مع عدم إندمال الجرح وظهور نـز قيحي. تستجيب إنتانات جروح الساق عادة للمعالجة بالصادات والتنضير والعناية التمريضية الجيدة بالجرح.

24- إعتبارات خاصة بالمريض المزمن

العناية بصحة الفم

يترافق المرض المزمن والتنبيب الرغامي المديد مع تغيّرات هامة في صحة الفم، فالتغذية لا تتم عادة عن طريق الفم، كما أن الأنبوب الأنفي-المعدي يمر عبر جوف الفم. يمنع وجود أنبوب الرغامى والتهوية الآلية المريض من العناية بصحة فمه بنفسه، ويؤديا إلى جفاف الفم وتناقص إفراز اللعاب، كما قد تنتقل الجراثيم الموجودة في الفم لتستوطن الغدد اللعابية أو الطرق التنفسية وتسبب إنتاناتها.

ُتشكل العناية بصحة الفم جزءاً هاماً من العناية الكُلّية بالمريض، وهي تهدف بشكل رئيسي إلى المحافظة على سلامة وظائف الفم، وحماية المريض من الألم الذي قد ينجم عن أمراض الفم، والحد من الفعالّية الجرثومية في الفم. أكثر طرق العناية بصحة الفم فعاليةً هي منع إستيطان الجراثيم في مخاطية الفم عن طريق التطبيق الموضعي لمرهم مضاد للجراثيم. يتشكّل قوام هذا المرهم عادة من مادة الميثيل سللوز بالإضافة إلى عدد من الصادات (بوليميكسين، توبرامايسين، وأمفوتيريسين ب)، ويتم دهن هذا المرهم في داخل فم المريض بواسطة الإصبع كل 6 ساعات طالما استمر تنبيب الرغامى.

بعد نزع تنبيب الرغامى تعود فرشاة الأسنان لتلعب دورها كالوسيلة الرئيسية للمحافظة على صحة الفم عند المرضى، فهي أكثر الوسائل فعالّية في السيطرة على تشكّل اللويحات السنّية والإختلاطات المرتبطة بها، أما فعالية الوسائط الأخرى (مثل المُسوحات المزلّقة، غسولات الفم، المسح بالثلج المسحوق، وإستعمال بدائل اللعاب) والمحاليل المختلفة التي ُتستخدم للعناية التمريضّية بالفم فتبقى غير ُمؤكدة.

الدعم الغذائي

ُيؤدي المرض الشديد والمزمن إلى حدوث تغيرات هامة في حالة الإستقلاب، أهمها زيادة معدّل الإستقلاب وإستهلاك مخازن الدسم والبروتينات لتوفير الطاقة والمواد الأولية اللازمة للاستجابة المناعية ولشفاء الجروح. لذلك فإن توفير الدعم الغذائي المناسب ضروري لتحقيق الشفاء.

يزيد سوء التغذية من ميل المريض للاصابة بالإختلاطات التنفسية، كما أن له تأثيرات قلبية سلبية عديدة منها بطء القلب وهبوط الضغط الشرياني ونقص نتاج القلب. بالإضافة إلى ذلك فإن الخسارة المتزايدة في الكتلة اللحميّة للجسم يرافقها تطوّر ضمور مترقي في العضلة القلبية وعضلة الحجاب الحاجز. لذلك فإن سوء التغذية

قد يؤدي إلى إستمرار إعتماد المريض على جهاز التنفس الإصطناعي لفترة طويلة، كما أنه يزيد من إحتمال الوفاة بعد العمل الجراحي. لهذه الأسباب يجب أن نبدأ بالدعم الغذائي الإضافي عند كل مريض لا يمكنه تناول الغذاء عن طريق الفم، ويحدث ذلك بشكل رئيسي بسبب إستمرار التنبيب الرغامي لمدة طويلة أو بسبب إنخفاض مستوى الوعي عند المريض. يمكن تقديم الدعم الغذائي الإضافي عن طريق الجهاز الهضمي أو بالطريق الوريدي.

الدعم الغذائي عن طريق الجهاز الهضمي

تتميّز التغذية عن طريق الجهاز الهضمي بأنها تحمي المريض من الإختلاطات الإنتانية التي قد ترافق إستعمال القثاطر الوريدية المركزية، كما أن التغذية عن طريق الجهاز الهضمي تساعد في المحافظة على سلامة الجهاز الهضمي والطبقة المخاطية التي تُبطّن الأمعاء الدقيقة، مما يُخفف من عبور الجراثيم المعوية نحو مجرى الدم. يُستخدم الأنبوب الأنفي-المعدي عادة لتغذية المريض لمدة قصيرة، أما التغذية المديدة فتتطلّب "تفميم" المعدة أو العفج أو الصائم، حيث يتم زرع أنبوب للتغذية عبر جدار البطن إلى داخل أحد هذه الأعضاء بطريق التنظير.

تتوفر مجموعة واسعة من المحاليل المختلفة للدعم الغذائي عن طريق الجهاز الهضمي. تحتوي المحاليل الجاهزة تجارياً على مزيج من السكريات والدسم والبروتينات والفيتامينات والمعادن بنسب تعتمد على قدرة المريض على هضم وإمتصاص العناصر الغذائية الرئيسية، وعلى الحاجة الغذائية الكلّية للمريض، وعلى حجم السوائل والشوارد المسموح بها من الناحية السريرية.

يبدأ الدعم الغذائي عن طريق الجهاز الهضمي عادة بشكل تدريجي، مع زيادة حجم وتركيز محلول التغذية بشكل مترقي، وذلك لتجنّب إصابة المريض بالإسهال. يُصاب حوالي 30% من المرضى الذين يتلقون الدعم الغذائي الإضافي بالإسهال، ويتطلّب ذلك إيقاف التغذية الإضافية بشكل مؤقت إلى أن تزول هذه المشكلة. من الضروري أن نتجنّب "فرط تغذية" المريض لأن ذلك يزيد من إنتاج ثاني أكسيد الكربون كما يُعرّض المريض للإصابة ببعض الإختلاطات الإستقلابية مثل فرط السكر في الدم.

التغذية الوريدية المركزية

يُستخدم الدعم الغذائي بالطريق الوريدي في الحالات التي لا يتحمّل فيها المريض الدعم الغذائي عن طريق الجهاز الهضمي، أو عند وجود مضاد إستطباب له. يتألف محلول التغذية بنسبة 15-35% من السكر وبنسبة 3.5-5% من الحموض الأمينية، بالاضافة إلى الشوارد والفيتامينات والمعادن. يتصف هذا المحلول بأنه مُفرط الحلولية، ولذلك يتم تقديمه للمريض بشكل تسريب مستمر عبر قثطرة وريدية مركزية بحيث يؤدي الجريان الدموي السريع إلى تمدد المحلول مما يقي من خطر حدوث الخُثار الوريدي. يتم في الوقت نفسه تسريب محلول

مستحلب من الدسم (الشحوم الثلاثية ذات السلاسل الطويلة الغنّية بحمض اللينوليئيك linoleic acid) للوقاية من تطوّر عوز الحموض الدسمة الأساسية.

تُشكّل القثطرة الوريدية المركزية المستخدمة لتسريب محلول التغذية الوريدية المركزية مصدراً محتملاً للإنتان، ولذلك يجب أن تستخدم هذه القثطرة **حصراً لتسريب محلول التغذية فقط**، كما يجب إتخاذ كافة الإجراءات اللازمة للمحافظة على عقامة كلٍ من محلول التغذية والقثطرة الوريدية المركزية. يتم تغيير القثطرة كل 5-7 أيام، أو عند إرتفاع درجة حرارة المريض أو ظهور علامات لتطوّر الإنتان في نقطة دخول القثطرة.

التغذية الوريدية المحيطية

تُستخدم في بعض الأحيان طريقة التغذية عن طريق الأوردة المحيطية لدعم حالة التغذية عندما ينخفض مُجمَل الحريرات التي يتناولها المريض، ويستعمل لذلك محلول يتألف بنسبة 5-10% من السكر وبنسبة 3.5% من الحموض الأمينية، بالاضافة إلى الدسم ذات الحلولية السوّية. تّتصف هذه الطريقة بالمقارنة مع التغذية الوريدية المركزية بأنها أقل تكلفة كما أنها تترافق مع نسبة أقل لحدوث الإنتانات.

العناية بالعينين

تترافق التهوية الآلية المديدة مع عدد من الإختلاطات العينية المشابهة لتلك التي يتعرّض لها كل مريض يفقد الوعي ويغيب لديه منعكس الطّرف، وهي: وذمة الملتحمة أو جفافها أو إنتاناتها. تتفاقم وذمة الملتحمة بسبب إرتفاع الضغط الوريدي المركزي الذي يُرافق التهوية الآلية، وكذلك بتأثير الأربطة العاصرة التي تستخدم لتثبيت أنبوب الرغامى، ويمكن عادة تخفيف هذا الإحتقان الوداجي برفع رأس المريض.

العناية التمريضية بالعينين
1- إغلاق أجفان المريض لحماية القرنية من التعرّض للغبار ومن تطوّر القرحات القرنية. 2- إستعمال قطرات المُزلّقات الإصطناعية العينية. 3- تجّنب توجيه تيار الهواء الخارج من المنفسة نحو العينين أثناء مص المفـرزات مـن أنبـوب الرغامى.

الوقاية من الإنتانات

تعتبر الإنتانات إحدى أهم المشاكل التي قد يتعرض لها المصابون بالمرض الشديد والمزمن. تُشكّل القثاطر الغازية العديدة بالمشاركة مع حالة الدنف عند المريض المزمن محيطاً خصباً لنمو الجراثيم المختلفة، وأكثر هذه الإنتانات خطورة هي: تجرثم الدم وذات الرئة وإنتانات الشقوق الجراحية.

أكثر نقاط دخول الجراثيم إلى الجسم شيوعاً هي **القثاطر الوريدية المحيطية والمركزية**، وفي الواقع فإن الإنتانات التي تصيب هذه القثاطر تشكل 25% من كافة الإنتانات التي تحدث في المشافي. تشتمل عوامل خطورة الإصابة بإنتانات هذه القثاطر على: (1) الحالة المرضية الأساسية، و (2) طول مدة إستعمال القثطرة (أكثر من 3 أيام)، و (3) موقع زرع القثطرة الوريدية المركزية (الوريد الفخذي أو الوداجي الباطن أو تحت الترقوة).

يتم عادة تغيير القثاطر الوريدية المحيطية كل 2-3 أيام، أما القثاطر الشريانية والقثاطر الوريدية المركزية فيتم تغييرها كل 5-7 أيام. من الواجبات الهامة للطاقم التمريضي أن يتحرى بشكل مستمر ظهور أيّ من علامات الإنتان الموضعي (الإحمرار، التورم، الألم، أو النـز)، وأن يتّبع بروتوكول المشفى الخاص بإجراء الزروع الجرثومية لكافة القثاطر الوعائية بعد نزعها. تُعالج إنتانات القثاطر الوعائية عند حدوثها بنـزع القثطرة وبإعطاء الصادات الحيوية المناسبة.

ثاني أهم مصدر لحدوث الإنتانات عند المريض المزمن هي **القثاطر البولية**. يمكن للجراثيم أن تدخل إلى المثانة أثناء القيام بزرع القثطرة البولية، أو أن تنتقل بالطريق الراجع على طول السطح الخارجي للقثطرة، أو عن طريق البول الذي يرتد من أنبوب جمع البول إلى المثانة. يحدث تجرثم البول عند 80% من المرضى الذين تُزرع عندهم القثاطر البولية لمدة تتجاوز الـ 10 أيام.

المصدر الثالث الهام للإنتانات هو إستمرار التنبيب الرغامي لفترة طويلة. يتجاوز أنبوب الرغامى آليات البلعوم الأنفي الدفاعية ويسمح بعبور الجراثيم إلى الشجرة القصبية العقيمة. يحدث الإستعمار الجرثومي بعد عدة أيـام من التنبيب الرغامي، ويؤدي ذلك إلى تطوّر **ذات الرئة الجرثومية** عند 25% من المرضى. بالمقابل، يمكن لذات الرئة الجرثومية أن تحدث على الرغم من غياب التنبيب الرغامي وذلك بسبب إستنشاق محتويات المعدة التـالي لتدنّي مستوى الوعي عند المريض.

تُشكّل **الشقوق الجراحية** الموقع الرابع الهام لحدوث الإنتانات. أخطر هذه الإنتانات هي حدوث الإنتان العميق في شق القص الناصف مع تخلخل القص وإلتهاب المنصف. يمكن لهذه الإنتانات أن تحدث كنتيجـة لتلـوّث الجرح بشكل مباشر، أو عن طريق مجرى الدم، أو بسبب إمتداد الإنتان من منطقة مجاورة.

لا يؤدي الإنتان في البدء إلى ظهور أيّة علامات خاصة، فيشكو المريض من الحُمّى والوهن وتـسرّع القلـب والزلة التنفسية، وقد تُبدي التحاليل الدموية زيادة أو إنخفاض تعداد الكريات البيض في الدم. يتطوّر الإنتان في حال غياب المعالجة المناسبة إلى "الصدمة الإنتانية"، وهي حالة خطيرة تظهر فيها الجراثيم ومفرزاتها الـسامة في

مجرى الدم. تتميّز هذه الحالة بهبوط الضغط الشرياني ونقص تروية الأعضاء المختلفة والحُماض، ومن ثم حدوث القصور في وظائف العديد من الأجهزة. تهدف معالجة الصدمة الإنتانية إلى تحقيق تروية مناسبة للأعضاء إلى أن يتم القضاء على الإنتان عن طريق إعطاء الصادات الحيوية المناسبة.

من الواجبات الهامة للطاقم التمريضي أن يتحرى بشكل مستمر ظهور أيّ من العلامات الخفيّـة للإنتان الجهازي، ويقوم في هذه الحالة بالإجراءات التالية كمحاولة تحديد مصدر الإنتان:

1- إجراء الزروع الجرثومية لعينات الدم والبول والقشع، وكذلك لأي سائل ينـز من الشقوق الجراحية، وذلك بهدف تحديد الجراثيم المسؤولة ومصدرها.
2- تغيير القثاطر الوريدية المحيطية والمركزية والقثطرة البولية، مع إجراء الزرع الجرثومي لذروة كل قثطرة يتم نزعها.

الإختلاطات الناجمة عن تحدد الحركة

يُؤدي المرض الشديد إلى تحدد كبير في حركة المريض، وقد يبقى المريض طريح الفراش لفترة طويلة يتعرّض خلالها إلى خطر تطوّر قرحات الإضطجاع أو حدوث إلتهاب الوريد الخثري العميق، أو إنخماص الرئة ومن ثم ذات الرئة الإنتانية. من المشاكل الأخرى التي تنجم عن تحدد الحركة: الضمور العضلي، وتخلخل العظام، والإنتانات البولية، والإضطرابات النفسية (مثل الأرق والقلق والإكتئاب).

قرحات الإضطجاع

يؤدي الإضطجاع لفترات طويلة بعد العمل الجراحي عند المرضى المصابين بالدنف المزمن أو نقص الأكسجة إلى هشاشة الأنسجة، كما أن حالة نقص نتاج القلب تؤدي إلى نقص التروية الدموية للجلد والأنسجة الدهنية تحت الجلد. تؤدي هذه الإضطرابات بسرعة (خلال 1-5 أيام) إلى تطوّر قرحات الإضطجاع في المناطق التي تتعرّض للضغط المديد، وذلك لأن الضغط الذي تتعرّض له هذه المناطق قد يتجاوز ضغط التروية الدموية فيها، مما قد يؤدي إلى نقص ترويتها ومن ثم إلى تموّتها. تُشكّل قرحات الإضطجاع سبباً هاماً لزيادة الإمراضيّة وطول البقاء في المشفى، كما أن تطوّر الإنتان في قرحات الإضطجاع قد يؤدي إلى حدوث صدمة إنتانية خطيرة.

الوقاية من قرحات الإضطجاع
ُتعتبر الوقاية إحدى أهم مسؤوليات الفريق التمريضي، وتشتمل سُبل الوقاية على المراقبة المستمرة للمناطق المُعرّضة للضغط، وعلى تخفيف الضغط الذي تتعرّض له المناطق المُعرّضة من الجسم عن طريق إستخدام الوسائد وتغيير وضعية المريض بشكل منتظم. يكفي عادة لتحقيق ذلك أن نقوم بإمالة المريض بزاوية لا تزيد عن الـ 20-30° وسنده باستعمال الوسائد، مع التناوب بين الجانبين الأيمن والأيسر كل ساعتين.

ُتعالج قرحات الإضطجاع بالتنضير المتكرر لفترة طويلة، وذلك لأن الأنسجة المتنخرة قد ُتشكّل بؤرة إنتانية معّندة على المعالجة. لا ُينصح بإستخدام أنواع الضمادات التي تلتصق بالجرح (مثل الشاش الطبي) عند معالجة قرحات الإضطجاع. يتوفر اليوم طيف واسع من المنتجات الطبية التي تعمل على تحريض التنضير الذاتي للقرحات. يتطلّب شفاء بعض القرحات العميقة والواسعة إجراء عمليات التطعيم الجلدي الجراحية.

إلتهاب الوريد الخثري العميق

يؤهب تحدد حركة المريض إلى ركودة الدم في أوردة الساقين ومن ثم إلى خطر حدوث إلتهاب الوريد الخثري العميق، ويساعد على ذلك بدانة المريض وتقدمه في العمر والإصابة بقصور القلب الإحتقاني. تتشكّل في هذه الحالة خثرات دموية في أحد الأوردة العميقة للساق، وتتحرر منها في بعض الأحيان صمّات خثرية تنتقل الى الرئتين، وقد تكون هذه الحالة مميتة. تشتمل سبل الوقاية من إلتهاب الوريد الخثري العميق على الوسائل التالية:

1- التمييع بالهيبارين.

2- إرتداء الجوارب الواقية من الركودة الوريدية بعد العمل الجراحي.

3- المعالجة الفيزيائية والتحريك الباكر للمريض.

تتضمن أعراض وعلامات إلتهاب الوريد الخثري العميق ظهور الوذمة والألم والحرارة الموضعية مع تغيّر لون الطرف المصاب، لكن تحري ظهور هذه العلامات قد يكون صعباً بعد حصاد الوريد الصافن في عمليات إعادة التروية القلبية. ُيعالج إلتهاب الوريد الخثري العميق بتمييع المريض وريدياً بالهيبارين، ثم متابعة التمييع عن طريق الفم بدواء الوارفارين لمدة ثلاثة أشهر على الأقل.

سوء الوظيفة الكلوية

قد تصل نسبة إضطراب الوظيفة الكلوية بعد عمليات القلب الجراحية إلى حوالي 35% من المرضى، أما نـسبة حالات القصور الكلوي التي تتطلّب إجراء غسيل الكلية فلا تتجاوز الـ 2-3%. يزداد إحتمـال إضـطراب الوظيفة الكلوية عند المرضى المزمنين، ويُعتبر نقص نتاج القلب وسوء الحالة العامة عند المريض من أهم العوامل التي تساعد على حدوث هذا الإختلاط الخطير. وبالعكس، فإن الإصابة بالقصور الكلوي قبل العمل الجراحي تزيد من إحتمال بقاء المريض في وحدة العناية المشددة لفترة طويلة.
تلعب المراقبة الدقيقة لنتاج البول بالإضافة الى تحسين نتاج القلب دوراً هاماً في الوقاية من تدهور الوظيفة الكلوية (أو على الأقل تسهيل تشخيصها بشكل مبكر). يُعالج هذا الإختلاط عند حدوثه بـ: (1) تحسين نتاج القلب وضغوط الامتلاء، و (2) إستخدام أحد المدرات مثل الفروسيمايد (لازكس)، و (3) التسريب الوريدي لجرعة منخفضة من الدوبامين (2-5 ميكوغرام/كغ/دقيقة). أما في حالات القصور الكلـوي الـذي لا يـستجيب للمعالجة الدوائية فيعتمد إختيار طريقة المعالجة على الوسائط المتوفرة في المشفى وعلى درجة إسـتقرار حالـة الدوران عند المريض. تهدف المعالجة في هذه الحالة إلى دعم وظيفة الكلية المضطربة إلى أن يتحقق الشفاء.

الرحض البريتواني peritoneal dialysis

لقد تراجع إنتشار إستعمال الرحض البريتواني خلال السنوات العشر الماضية كوسيلة لمعالجة القصور الكلوي الحاد، إلا أنه ما يزال يُستخدم في المراكز التي لا تتوفر فيها وسائط إجراء التصفية أو التحال الدموي. يتميّز الرحض البريتواني بأنه سهل التطبيق وغير مُكلف، كما أنه لا يتطلّب إستعمال جرعات كبيرة من المميّعات.
يعتمد الرحض البريتواني على إستخدام سطح غشاء البريتوان النفوذ للتخلّص من الجزيئات والشوارد غير المرغوب بها. يتم في هذه الحالة حقن 1500-2000 مل من محلول معادل التوتر داخل جوف البطن، ويُترك هذا المحلول لمدة 60-90 دقيقة يتم خلالها تبادل المواد المنحلّة ما بين محلول الرحض ودم المريض.
يتحمّل المرضى عادة إجراء الرحض البريتواني بسهولة، على الرغم من أن ضغط السوائل داخل البريتوان قد يسبب إرتفاع الحجاب الحاجز وصعوبة التنفس عند بعض المرضى. يُشكّل إلتهاب البريتوان الإختلاط الأكثر خطورة للرحض البريتواني.

التحال الدموي hemodialysis

هو الشكل التقليدي للدعم الكلوي، ويتطلّب إستخدام جهاز الكلية الإصطناعية المألوف بشكل متقطّع. يعتمد التحال الدموي على مبدأ إنتشار المواد المنحلّة والشوارد عبر غشاء نصف نفوذ وفقاً للفرق في تركيزها على جانبي الغشاء، أما التخلّص من السوائل فيتم وفقاً للفرق في الضغط المائي السكوني على جانبي الغشاء. يُساعد

التحال الدموي على التخلّص من المواد المنحلّة بشكل أفضل من الرحض البريتواني، لكنه يؤدي أحياناً إلى هبوط الضغط الشرياني وإضطراب حالة الدوران عند المريض.

التصفية الدموية hemofiltration

تقوم التصفية الدموية بتقليد وظيفة الكلية الطبيعية وتصفية الدم ببطء وبشكل مستمر. يتم في هذه الطريقة دفع الماء عبر غشاء نصف نفوذ بقوة الضغط المائي السكوني، حاملاً معه المواد المنحلّة فيه. للتصفية الدموية شكلين رئيسيين:

1- التصفية الدموية الوريدية-الوريدية المستمرة (CVVH). تتألف هذه الدارة من قثطرة وريدية مركزية كبيرة القطر ذات لمعتين وفلتر دموي ومضخة دموية. تقوم المضخة بدفع الدم عبر الدارة بسرعة مستقلة عن الضغط الشرياني عند المريض. تفيد هذه الطريقة في التخلّص من حجوم كبيرة من السوائل عند المريض المُصاب بحالة عدم إستقرار دوراني، بينما لا يمكن القيام بذلك باستعمال عملية التحال الدموي التقليدية.

2- التصفية الدموية الشريانية-الوريدية المستمرة (CAVH). يعتمد جريان الدم عبر هذه الدارة على قوة الضغط الشرياني عند المريض دون مساعدة المضخة الدموية.

يشكّل تحدد حركة المريض والمشاكل المرتبطة بالتمييع المستمر بالهيبارين الإختلاطات الرئيسية المحتملة لعمليـة التصفية الدموية.

الإضطرابات العصبية

يمكن للإضطرابات العصبية أن تحدث كنتيجة لتفتت اللويحات العصيدية التي قد توجد في الشريان الأبهر أو في الشرايين السباتية، أو بسبب إنخفاض ضغط تروية الدماغ أثناء أو بعد العمل الجراحي، أو بسبب نقص الأكسجة. ترتفع نسبة حدوث الإضطرابات العصبية بشكل خاص عند المرضى السكريين والمتقدمين بالعمر. تتضمن أعراض الإصابة العصبية فقدان ذاكرة أو القدرة على التركيز ونقص سرعة الإستجابة الحركية أو الذهنية، ويستغرق تحسّن هذه الأعراض عادة شهوراً عديدة، وقد لا يحدث الشفاء بشكل كامل.

25- العناية بالمريض في الجناح العام

يُنقل المرضى عادة من وحدة العناية المشددة إلى الغرف العامة بعد 24-48 ساعة من العمل الجراحي. تتم عادة في هذه المرحلة إزالة كافة القثاطر الوعائية الغازية (عدا خط وريدي محيطي واحد)، بحيث يتمكن المريض من الحركة بحرّية.

يتمكن الكثير من المرضى مباشرة من الجلوس على الكرسي بجانب السرير، كما يبدأ العديد منهم بالمشي في الغرفة وإلى المرحاض في مساء اليوم الأول بعد العملية الجراحية. في صباح اليوم الثاني، يبدأ المرضى عادة بالخروج من الغرفة والسير في ممرات المشفى، ومن الحكمة في البدء الاعتماد على بعض المساعدة من الممرضات أو الأهل. يُنصح غالبية المرضى بالمشي في ممرات المشفى بشكل منتظم (كل ساعة تقريباً) إبتداءً من اليوم الثاني بعد العمل الجراحي. كذلك، يُنصح غالبية المرضى بالجلوس على الكرسي ما أمكن، والعودة إلى السرير فقط عند الشعور بالتعب وعند النوم.

يعتمد تطوّر نشاط المريض في الجناح على عوامل عدّة منها: العمر، والحالة الوظيفية قبل العمل الجراحي، ووظيفة العضلة القلبية، والحالات المرضية المرافقة، ونوعية العمل الجراحي، وتطوّر الحالة بعد العمل الجراحي. يتمكن غالبية المرضى من الحركة بحرية وبشكل مستقل عند التخرج من المشفى.

يستغرق شفاء مجموعات معينة من المرضى وقتاً أطول، وقد يتطلّبون الكثير من الدعم والمساعدة بعد العمل الجراحي. من هؤلاء المرضى: (1) المتقدمين بالعمر، (2) المصابين بضعف شديد في وظيفة العضلة القلبية، (3) المُدنفين والمُقعدين لفترة طويلة قبل العمل الجراحي. لا شك أن تقديم المعالجة الفيزيائية التخصصيّة في الجناح يلعب دوراً هاماً في مساعدة غالبية المرضى على الوصول إلى حالة وظيفية مناسبة للتخرج من المشفى خلال أيام قليلة من العمل الجراحي.

المشاكل الشائعة

إرتفاع درجة الحرارة

من الشائع أن ترتفع درجة حرارة المريض بشكل بسيط خلال الأيام القليلة بعد العمل الجراحي، وأكثر أسباب ذلك شيوعاً هو إنخماص الرئة بسبب إحتباس المفرزات القصبية. أما في حال إرتفاع درجة الحرارة لأكثر من 38.5^{o} مئوية خلال الـ 48 ساعة الأولى بعد العمل الجراحي فيجب أن يتم فحص كافة الشقوق الجراحية لنفي وجود الإنتان، كما يجب أن تؤخذ عينات من الدم والبول والقشع للزرع الجرثومي.

السيطرة على الألم

نادراً ما يشكو المريض من الألم الشديد بعد العمل الجراحي القلبي، وذلك لأن الشق الصدري الناصف لا يشتمل على قطع أيّ من العضلات، ولأن عظم القص يتم تثبيته بإحكام عند إنتهاء العمل الجراحي. بالمقابل، من الشائع أن يشكو المرضى من آلام العنق والظهر (خاصة بين لوحي الكتف)، وذلك بسبب تمطط عضلات وعظام جدار الصدر خلال المباعدة ما بين شقي القص لفتح الصدر. يمكن عادة السيطرة على الألم الصدري بعد العمل الجراحي عند معظم المرضى باستعمال المسكنات الفموية التقليدية. تزداد حدّة الألم بشكل خاص أثناء السعال أو العُطاس، لأن ذلك يحرّض على تحرّك جدار الصدر بعنف. ُينصح المرضى عادة بمعانقة وسادة صغيرة أثناء السعال أو العُطاس بهدف دعم عظم القص وتخفيف حدّة الألم.

التخليط الذهني

هو مشكلة شائعة بعد العمل الجراحي خاصة عند المرضى المتقدمين بالعمر. يساهم في حدوث التخليط الذهني أيضاً وجود حالة من القلق الشديد قبل العمل الجراحي، وإستعمال أدوية التخدير ودارة القلب-الرئة الاصطناعية، والجو العام لوحدة العناية المشددة. من الهام أن ينتبه الفريق التمريضي إلى تطوّر التخليط الذهني عند المريض خلال الأيام الأولى بعد العمل الجراحي، وذلك لحمايته من أن يؤذي نفسه إذا ما نزع القثاطر الوريدية أو سقط عن السرير.

التخريج من المشفى

يتم تخريج غالبية المرضى إلى منازلهم بعد 4-5 أيام من العمل الجراحي. يقوم الطبيب بتزويد المريض وذويه شفهياً وكتابياً بالتعليمات اللازمة المتعلقة بـ: (1) الأدوية، (2) الفعاليات الحركية المسموح بها، (3) الفعاليات الحركية غير المسموح بها، (4) الحمية الغذائية المناسبة للحالة الصحية، و (5) موعد المتابعة في العيادة الخارجية.

ُينصح المرضى عادة بتجنب تناول الكثير من ملح الطعام خلال الأسابيع الأربعة التالية للعملية الجراحية، وذلك لأن الجسم يميل إلى حبس السوائل والأملاح بعد العمليات الجراحية الكبيرة. قد يؤدي إحتباس السوائل في حال حدوثه إلى توذم الساقين أو إلى صعوبة التنفس بسبب تراكم السوائل في الرئتين.

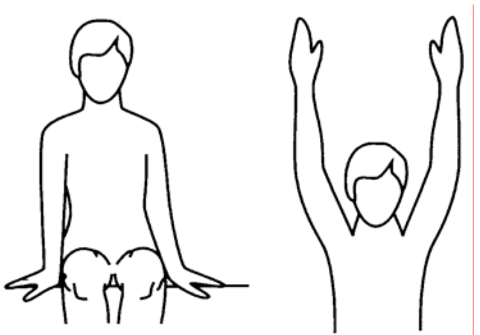
يتم تغيير كافة الضمادات قبل مغادرة المشفى، وُتترك هذه الضمادات على حالها حتى مرور أسبوعين على العمل الجراحي لا يسمح للمريض خلالها بالإستحمام. يقوم الطبيب (أو الممرضة) بعد أسبوعين بإزالة الضماد وفك الخيوط الجراحية التي إستعملت لربط الأنابيب الصدرية. لا يحتاج الجرح بعد ذلك إلى أي ضماد، وُتترك

للمريض حرية الإستحمام. لا يسبب الشق الصدري الناصف الكثير من الألم، لكن الزوال التام والكامل للألم يستغرق ما بين 6 أسابيع إلى 6 أشهر. قد يشكو المريض خلال هذه المرحلة من بعض الألم في الرقبة أو الكتفين، أو من حس النَمَل أو الخَدَر في أصابع اليدين، خاصة في الأصابع الصغيرة.

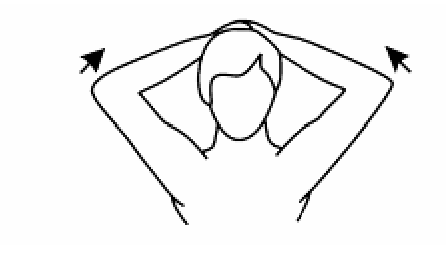
إعادة التأهيل بعد العمل الجراحي

المشي هو أحد أفضل طرق تحسين اللياقة، وهو يُساعد أيضاً في خفض الضغط الشرياني المرتفع وفي خفض مستوى الكولسترول الضار ومستوى الشحوم في الدم. يبدأ المريض عادة بالخروج من المنزل خلال أسبوع من مغادرة المشفى، ويُنصح بزيادة المسافة التي يمشيها تدريجياً بحيث يتمكن بعد شهر من العملية الجراحية من المشي لمدة ساعة كاملة كل يوم. من الهام جداً أن ننبّه المريض إلى ضرورة شرب كمية مناسبة من السوائل خلال المشي لكي يتجنب الإصابة بالتجفاف، ومن الأفضل أن يتجنّب المشروبات التي تحتوي على الكافئين (مثل القهوة والشاي والكولا).

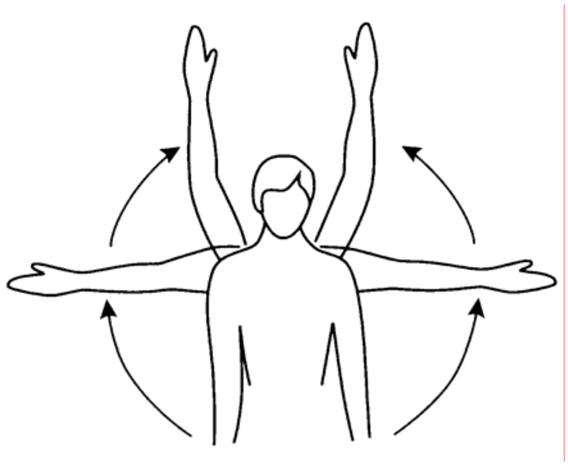
تفيد التمارين الرياضية أيضاً بشكل كبير في تعجيل الشفاء بعد عمليات القلب المفتوح، خاصة عندما تُجرى بشكل معتدل وبحذر. تُساعد التمارين الرياضية في السيطرة على إرتفاع الضغط الشرياني وسكر الدم، كما تُنقص من تراكم الشحوم في الجسم. من الهام أن يتجنب المريض رفع أيّ حمل يزيد وزنه عن الـ 10 كيلوغرام خلال الأسابيع الستة التالية للعمل الجراحي. تُساعد التمارين الرياضية التالية في شفاء الجرح بشكل جيد:



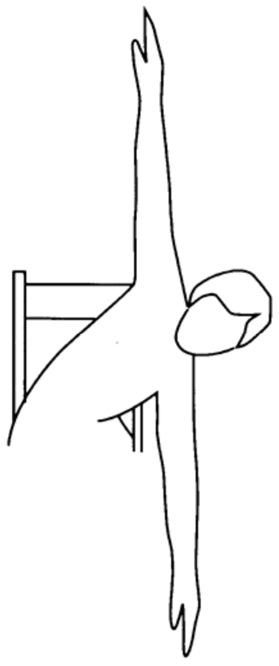
رفع الساعدين نحو الأمام. يبدأ التمرين بإتخاذ وضعية الجلوس ومد الساعدين بشكل مستقيم نحو الأمام ثم رفعهما فوق مستوى الرأس.



تدريب العضلات الصدرية. يبدأ التمرين بإتخاذ وضعية الجلوس ووضع اليدين فوق الرأس، ومن ثم دفع المرفقين نحو الخلف حتى يصبحا بمحاذاة الكتفين.



رفع الساعدين نحو الجانب. يبدأ التمـرين بإتخـاذ وضعية الجلوس ومد الساعدين بشكل مستقيم نحـو الجانبين ثم رفعهما فوق مستوى الرأس، مع المحافظـة على إتجاه راحتي اليد نحو الأعلى.



حني الجذع نحو الجانب. يبدأ التمرين بإتخاذ وضـعية الجلوس على الكرسي مع مـد الـساعدين بـشكل مستقيم نحو الجانبين والمباعدة بين القـدمين قلـيلاً للمحافظة على التوازن. التمرين هو عبارة عن حـني الجذع ببطء نحو الجانب عند مستوى الخصر بحيـث تشير اليد اليمنى نحو السقف واليد اليسرى نحو الأرض على الجانب الأيسر من الكرسي. تجب المحافظة على هذه الوضعية لعدة ثواني ثم العودة إلى وضعية الراحـة ببطء.

تعليق أخير

العناية التمريضية مهنة إنسانية لا تُقدّر بثمن. يتطلّب تقديم العناية الأفضل لمرضى جراحة القلب المفتوح تكييف العناية التمريضية وفقاً للمتطلبات الشخصية لكل مريض على حدة، ومن الضروري لنا أن نؤكد على النقاط الهامة التالية التي يجب أن تؤخذ بعين الإعتبار:

1- **معرفة كل مريض على حدة بشكل جيد،** وهذا يشمل:

- العمر والإمراضيات الموجودة قبل العمل الجراحي (مثل البدانة، الإصابات المفصلية التي قد تعيق الحركة، القصور التنفسي، أو الأمراض النفسية).
- السرعة التي ظهرت فيها الإصابة القلبية (مثل الحالات الإسعافية).
- طبيعة الإصابة المرضية وشدتها.
- وجود إختلاطات مرضية (مثل حادث وعائي دماغي).
- المعالجات الدوائية المستخدمة (مثل الأدوية التي يتم تسريبها بالحواقن الآلية).

2- **التأكد من سلامة أجهزة المراقبة المستعملة** لكي نتجنب حدوث أخطاء أثناء مراقبة حالة المريض، وهذا يشمل:

- التأكد من سلامة عمل أجهزة المراقبة وأسلاكها، والعناية بها كما يجب.
- آليات الإنذار المُلحقة بأجهزة المراقبة: تعتمد حساسية آليات الإنذار على الحدود الدنيا والقصوى التي يقوم الفريق المشرف بتعيينها، وعلى "تفعيل" هذه الآلية، وعلى خلوّ الأجهزة من الأعطال. يمكننا ببساطة القول بأنه لا توجد أية آلية إنذار موثوقة بشكل مطلق، وأن الممرضة اليقظة هي أفضل وسائل مراقبة مرضى العناية المشددة.

3- أخذ **العينات المخبرية** (دم، بول ...) بطريقة صحيحة وتدوين إسم المريض بدقة على كل عّينة لتجنب الحصول على نتائج مخبرية خاطئة. من الضروري أن نكرر أخذ العينة المخبرية وأن نعيد الفحص المخبري عند وجود أدنى شك في صحة النتائج المخبرية.

4- تميل حالة بعض المرضى نحو التقلّب بشكل مفاجئ، وهذا هو سبب وجودهم في وحدة العناية المشددة. يجب أن لا تغيب عن بالنا الإختلاطات العديدة والمخاطر المحتملة التي قد ترافق الحالة المرضية الخاصة بكل مريض. من الضروري أن نقوم **بتقييم حالة كل مريض بشكل متكرر، وأن نتأكد من جاهزية الأدوات الإسعافية التي قد تتطلبها أية أزمة مفاجئة** (مثل أدوات التنبيب الرغامي، جهاز الصدمة الكهربائية، أدوات فتح الصدر الاسعافي ...).

5- **مراعاة المتطلّبات العاطفية والدينية للمريض.** تهدف العناية التمريضية المثالية إلى "توفير الظروف المحيطـة الملائمة التي تساعد على تحقيق الشفاء". لا شك أن للعمل الجراحي القلبي والإقامة في وحدة العناية المشددة وطأة شديدة على المريض وعائلته، ولذلك فإنه من الهام أن لا تغيب عن بالنا الأوجه العديدة غـير الطبيـة للعناية بالمريض.

يقع مرضى وحدة العناية المشددة في جوهر هذا الإهتمام، فمن الشائع أن يغمر المريض الشعور بالخوف أو الأسر أو فقدان الاستقلالية. يمكن للأعمال البسيطة الداعمة التالية أن تساعد المريض على الشعور بالثقـة بالنفس وبالإطمئنان: من المفيد أن نمسك بيد المريض أثناء الإجراءات الطويلة أو المؤلمة; أن نتحدث إليه حتى ولو لم يبدي أيّة إستجابة; أن نحافظ على التواصل بين أعيننا وعينيه; أن نُشرك المريض في مناقشاتنا السريرية مع الطاقم المُعالج; وأن نُنصت بإهتمام إلى ما يقوله وأن نسمح له بأن يتخذ قراراته المتعلقة بالعناية الشخصية اليومية كأن يحدد بنفسه موعد الإغتسال في السرير. يجب أن لا ننسى أبداً أن نحتـرم عـادات المـريض الاجتماعية ومُعتقداته الدينية.

6- **مراعاة متطلّبات عائلة المريض.** يتعرّض أفراد عائلة المريض وأصدقاؤه لوطأة شديدة. تتطلّب العناية بعائلة المريض الحساسية والتعاطف، وأن نأخذ خلفيتهم الاجتماعية والثقافية والدينية بعين الإعتبار. يجب أن نتأكد من قيامنا بإعلام أقرباء المريض عن أيّ تغيّر في حالة المريض، وأن نستمع لإستفساراتهم باهتمام وصـبر، ثم نجيب عليها بوضوح. من المفيد كذلك أن نقوم بتشجيع الأهل على التواصل مـع المـريض ومواسـاته. باختصار، علينا أن نضع أنفسنا مكان المريض وأهله، وأن نعاملهم بالطريقة التي نودّ أن نُعامل بها.

7- **يجب أن نتذكر أن أعضاء الفريق المُعالج يحتاجون أيضاً إلى الدعم العاطفي والروحي.** من اللطيـف أن نقوم بتهنئة زملائنا على إتقانهم لعملهم وأن نشير إلى ما يتميّز به كل منهم وإلى مهاراتهم الخاصة، أما عند الحاجة للتحسين فعلينا أن نقدم اقتراحاتنا كزملاء وبطريقة خالية من الانتقاد.

8- **التدريب والتأهيل التمريضي التخصصي.** يفيد التدريب المكثّف والتخصصي على العمل في العناية بمرضى جراحة القلب المفتوح في تحسين العناية التمريضية المتوفرة وفي الوقاية من الإختلاطات، وبذلك نقوم بتوفير الظروف المحيطة الملائمة التي تساعد على تحقيق الشفاء. لا شك أنه على هذا الفريق التمريضي المتميّـز أن يألف مشاهدة حالات التعلّق بالحياة أو مفارقتها، وما يتخلل ذلك من لحظات حرجة أو مؤثرة. لهذا فإننـا نعتقد أنه من الضروري أن يتمتع أفراده بالخبرة الكافية والتعاطف الصادق عند القيام بهذه المهمة الصعبة.